



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Efecto del tiempo de residencia y dosis de *Trichoderma sp.* en la DQO, Coliformes y *E. Coli* en aguas del PTAR Jequetepeque”.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORES:

García Sánchez, Kricia Marnith (ORCID: 0000-0002-7092-7069)

Valera Hurtado, Lady Estefany (ORCID: 0000-0003-4458-6739)

ASESOR:

Mg. Misael Ydilbrando Villacorta González (ORCID: 0000-0002-9147-1451)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

Trujillo-Perú

2019

Dedicatoria


A Dios por habernos permitido llegar hasta este punto, por darnos fortaleza para seguir adelante como seres humanos, además de infinita bondad y amor.

Dedicamos al esfuerzo de nuestros padres, ya que sin su apoyo no habría sido sencillo lograr nuestros objetivos profesionales, por brindarnos sus sabios consejos para tomar decisiones firmes en todas las etapas de nuestras vidas. A nuestros hermanos por brindarnos su confianza y apoyo constante a pesar de las dificultades que se presentaron en el camino. A nuestros amigos que nos apoyaron durante el desarrollo de la Tesis.

Agradecimiento

Al Mg. Misael Ydilbrando Villacorta Gonzáles, por su asesoramiento, con quien iniciamos la búsqueda de lo desconocido, por su paciencia, tiempo dedicado desde el inicio del proyecto hasta su culminación de esta tesis.


Página del jurado

 UCV <small>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</small>	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	<small>Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1</small>
--	---------------------------------------	--


El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
 (a) VALERA HUETADO LADY ESTEFANY
 cuyo título es: EFFECTO DEL TIEMPO DE RESIDENCIA Y POSIBLE
 TRICHOSERMA Y EN LA AGC, COLIFORMES Y E. COLI
 EN AGUAS DEL PTAR TEBUETEPIQUE

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por
 el estudiante, otorgándole el calificativo de: 16 (número)
DIECISEIS (letras).


Trujillo (o Filial) 16 de Diciembre del 2019



 PRESIDENTE
 Dr. Alfredo Guey Mamajan




 SECRETARIO
 Msc. Walter Mañera Eustaquio



 VOCA
 Mg. Misael Yelibrando Villacorta Gonzalez

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------

Página del jurado

 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---


El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
 (a) MARCIA SANCHEZ KRICA MARNITH
 cuyo título es: EFFECTO DEL TIEMPO DE RESIDENCIA Y Dosis DE
TRICHODERMA SP EN LA DRO. COLIFORMES, E. COLI
EN AGUAS DEL PIAR, TEGUETE PERU.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por
 el estudiante, otorgándole el calificativo de: 16 (número)
DECENTE (letras).


Trujillo (o Filial) 16 de Octubre del 2019.



 PRESIDENTE
 Dr. Alfredo Cruz Montem



 SECRETARIO
 HSC- Walter Moreno Eustaquio



 VOCAL
 Mg. Misael Ydilbrando Villacorta Gonzales

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado

Declaratoria de Autenticidad

Declaratoria de autenticidad

Yo: Valera Hurtado, Lady Estefany, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompaña el trabajo de tesis es veraz y auténtica.

Asimismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en esta tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 16 de Diciembre de 2019



Valera Hurtado, Lady Estefany

DNI: 73187001

Declaratoria de Autenticidad

Declaratoria de autenticidad

Yo: García Sánchez, Kricia Marnith, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompaña el trabajo de tesis es veraz y auténtica.

Asimismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en esta tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 16 de Diciembre de 2019



García Sánchez, Kricia Marnith

DNI: 70776013

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Dedicatoria de autenticidad	vi
Índice.....	viii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	x
Resumen.....	1
Abstract	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. MÉTODO.....	15
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
2.2. Operacionalización de variables.....	17
2.3. Población, muestra y muestreo.....	19
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	19
2.5. Procedimiento	20
2.6. Método de análisis de datos.....	21
2.7. Aspectos éticos	21
III. RESULTADOS.....	22
IV. DISCUSIÓN.....	36
V. CONCLUSIONES.....	38
VI. RECOMENDACIONES.....	39
VII. REFERENCIAS	40
ANEXOS	44

Índice de tablas

Tabla N° 1. Descripción de niveles de variables.....	16
Tabla N° 2. Operacionalización de variables	17
Tabla N° 3. Métodos Normalizados para análisis físicos, químicos y microbiológicos	19
Tabla N° 4. Caracterización de las aguas residuales del PTAR Jequetepeque	22
Tabla N° 5. Resultados promedio del porcentaje de reducción de DQO por tratamiento.....	22
Tabla N° 6. Subconjuntos homogéneos del % reducción DQO (mg/L)* dosis de <i>Trichoderma</i> sp.22	
Tabla N° 7. Subconjuntos homogéneos del % reducción DQO (mg/L) * variable tiempo de residencia....	23
Tabla N° 8. Resultados promedio del porcentaje de reducción de coliformes totales por tratamiento.....	25
Tabla N° 9. Subconjuntos homogéneos del % reducción Coliformes T. (NMP/100 mL) * dosis T.25	
Tabla N° 10. Subconjuntos homogéneos del % reducción Coliformes Totales (NMP/100 mL) * variable tiempo de residencia.	26
Tabla N° 11. Resultados promedio del porcentaje de reducción de C. T. por tratamiento.	28
Tabla N° 12. Subconjuntos homogéneos del % reducción Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) * dosis de <i>Trichoderma</i> sp.	28
Tabla N° 13. Subconjuntos homogéneos del % reducción Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) * variable tiempo de residencia.	29
Tabla N° 14. Resultados promedio del porcentaje de reducción de <i>E. coli</i> por tratamiento.	31
Tabla N° 15. Subconjuntos homogéneos del % reducción <i>E.coli</i> (UFC/mL)*dosis de <i>T. sp.</i>	31
Tabla N° 16. Comparación de los resultados obtenidos de los parámetros DQO, coliformes y <i>E. coli</i> de las aguas residuales de la PTAR Jequetepeque con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. – ECA para aguas y Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.	32
Tabla N° 17. Comparación de los resultados obtenidos de los parámetros DQO, coliformes y <i>E. coli</i> de las aguas residuales de la PTAR Jequetepeque con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. – ECA para aguas y Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.	34
Tabla N° 18. Resumen de resultados experimentales promedio del efecto de la dosis y tiempo de residencia de <i>Trichoderma</i> sp. en la reducción porcentual de DQO, coliformes y <i>E. Coli</i>	34

Índice de figuras

Figura N° 1. Límites máximos permisibles (LMP) para los efluentes de PTAR según Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.	9
Figura N° 2. Conidios y coníferos de <i>Trichoderma sp.</i>	13
Figura N° 3. Diseño experimental.....	15
Figura N° 4. Gráfico de perfiles del % de reducción de DQO*tiempo*dosis	20
Figura N° 5. Gráfico del % de reducción de DQO vs dosis de <i>Trichoderma sp.</i>	24
Figura N° 6. Gráfico del % de reducción de DQO vs tiempo de residencia de <i>Trichoderma sp.</i> ...	24
Figura N° 7. Gráfico de perfiles del % de reducción de <i>coliformes totales</i> *tiempo*dosis	24
Figura N° 8. Gráfico del % de reducción de <i>coliformes totales</i> vs dosis de <i>Trichoderma sp.</i>	27
Figura N° 9. Gráfico del % de reducción de <i>coliformes totales</i> vs tiempo de residencia de <i>Trichoderma sp.</i>	27
Figura N° 10. Gráfico de perfiles del % de reducción de <i>coliformes T.</i> *tiempo*dosis.....	27
Figura N° 11. Gráfico del % de reducción de <i>coliformes termotolerantes</i> vs dosis de <i>T. sp.</i>	30
Figura N° 12. Gráfico del % de reducción de <i>coliformes termotolerantes</i> vs tiempo de residencia de <i>Trichoderma sp.</i>	30
Figura N° 13. Gráfico de perfiles del % de reducción de <i>E. coli</i> *tiempo*dosis.	30
Figura N° 14. Gráfico del % de reducción de <i>E. coli</i> vs dosis de <i>Trichoderma sp.</i>	33
Figura N° 15. Gráfico del % de reducción de <i>E. coli</i> vs tiempo de residencia de <i>Trichoderma sp.</i> ...	33
Figura N° 16. Comparación de los porcentajes de reducción de DQO, <i>Coliformes</i> y <i>E. Coli</i>	33

Resumen

En el presente trabajo se empleó cepas de *Trichoderma sp.* con el objetivo de evaluar el efecto de la dosis y tiempo de residencia de *Trichoderma sp.* en la disminución de DQO, *coliformes* y *E. Coli* de aguas residuales de la PTAR Jequetepeque; a fin de comparar los resultados obtenidos de los parámetros DQO, *coliformes* y *E. coli* de las aguas residuales de la PTAR Jequetepeque con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. – ECA para aguas y Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM; para ello se empleó 3 sistemas con capacidad de 4 litros en los cuales se depositó las aguas residuales de la PTAR, se realizó su caracterización inicial, se aplicó 3 dosis diferentes de (1,3,6) mL. de suspensión de 10^6 conidias de *Trichodermas sp.* /mL. y se evaluó dichos parámetros a los 10, 20 y 30 días, los resultados se analizaron estadísticamente mediante el análisis multifactorial de ANOVA, encontrándose diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$), atribuyendo efecto de la dosis y tiempo de residencia de *Trichoderma sp.* en la disminución de DQO, *coliformes* y *E. Coli* de aguas residuales de la PTAR Jequetepeque; y logrando reducciones en concentración de DQO en 29.93%, *coliformes totales* 17.30%, *coliformes termotolerantes* 11.33% y *E. coli* de 22.98%.

Finalmente se comparó los resultados obtenidos de los parámetros DQO, *coliformes* y *E. coli* de las aguas residuales de la PTAR Jequetepeque con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. – ECA para aguas y Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM, encontrándose que a pesar de ser significativos los tratamientos en la reducción de los parámetros evaluados; al ser comparados estos; siguen siendo elevados y no aptos para las categorías en mención.

Palabras clave: Biorremediación, aguas residuales, planta de tratamiento.

Abstract

In the present work strains of *Trichoderma* sp. with the objective of evaluating the effect of the dose and residence time of *Trichoderma* sp. in the reduction of COD, coliforms and *E. Coli* wastewater from the Jequetepeque WWTP; in order to compare the results obtained from the COD, coliform and *E. coli* parameters of wastewater from the Jequetepeque WWTP with Supreme Decree N ° 004-2017-MINAM. - ECA for waters and Supreme Decree No. 003-2010-MINAM; For this, 3 systems with a capacity of 4 liters were used, in which the wastewater from the WWTP was deposited, its initial characterization was carried out, 3 different doses of (1.3.6) mL were applied. of suspension of 106 conidia of *Trichodermas* sp. / mL. and these parameters were evaluated at 10, 20 and 30 days, the results were analyzed statistically by means of multivariate analysis of ANOVA, finding a significant difference between treatments ($P < 0.05$), attributing effect of the dose and residence time of *Trichoderma* sp. in the reduction of COD, coliforms and *E. Coli* wastewater from the Jequetepeque WWTP; and achieving reductions in COD concentration in 29.93%, total coliforms 17.30%, thermotolerant coliforms 11.33% and *E. coli* of 22.98%,

The results obtained from the COD, coliform and *E. coli* parameters of the wastewater from the Jequetepeque WWTP were compared with Supreme Decree N ° 004-2017-MINAM. - ECA for waters and Supreme Decree No. 003-2010-MINAM. finding that in spite of being significant the treatments in the reduction of the parameters evaluated; when these are compared; They are still high and not suitable for the categories in question.

Keywords: Bioremediation, wastewater, treatment plant.

I. INTRODUCCIÓN

En Perú que es uno de los países en los que, a diario a través de noticias, reportajes y entre otros; se hace presente la problemática del recurso hídrico que al ser utilizado sea cual sea su actividad: empresarial, vivienda, uso propio, etc.; se convierte en un recurso ya usado, más conocido como agua residual, aquellas que a diario desembocan al mar, contaminando así nuestras playas y planeta donde habitamos (Zambrano, 2014).

Las aguas residuales en las diferentes partes de nuestro país, reciben un tratamiento diferente unas a otras; la mayoría en sí son asistidas mediante las PTAR.

Uno de los principales desafíos presentes sobre las PTAR son los ECA y los LMP; como también otro principal problema es que no se fijan lugares exactos para la autorización del depósito de lodos y residuos sólidos que se generan al finalizar el tratamiento (MINAM, 2005). Pero el problema que más persiste es que hasta ahora no existe una autorización para el rebose o reutilización (más de 90%) (Loose et al., 2015); ya que estas aguas residuales son “tratadas” pero de manera inadecuada e ineficiente y antes de desembocar en el mar, los agricultores las utilizan como agua de riego, sin ser conscientes del impacto de estas en sus productos agrícolas sobre todo de tallo corto, generando una total contaminación a la población que lo consuma (Loose et al., 2015).

Actualmente muchas municipalidades como otras entidades prestadoras de servicios ambientales de saneamiento (EPS), están tomando importancia debido a que vienen siendo monitoreadas en el tratamiento que reciben estas aguas antes de ser arrojadas al mar, con el fin de minimizar los impactos socio ambientales (Heredia, 2005).

Las PTAR mayormente deben ubicarse lejos de la población asegurando así una mejor calidad de vida, ya que estas Plantas de Tratamiento emiten olores inapropiados a causa de la mala gestión de sus sistemas de tratamiento: falta de aireadores, fallas de construcción, equipamiento insuficiente, falta de rejillas, desarenadores y sobre todo la presencia acumulativa de lodos (Morgan, 2000). Debemos tomar en cuenta que la población crece cada día más demográficamente trayendo como consecuencia un mayor uso de agua y por lo mismo una mayor contaminación de estas (Toledo y Toledo).

La situación actual de muchas PTAR es que estas no están debidamente acondicionadas, adaptadas y preparadas para la captación de aguas residuales, y es lo que pasa en la PTAR de Jequetepeque, ya que esta solo cuenta con 2 pozas de oxidación para su tratamiento, por tanto, brinda un tratamiento ineficiente. Se busca utilizar un tratamiento biológico para obtener parámetros fisicoquímicos que cumplan los LMP (Límites máximo permisibles) y para ello se plantea el uso de *Trichodermas* para mejorar estos parámetros, de la cual se pretende evaluar su mejor eficiencia a través de su dosis y velocidad de agitación, en cuanto a sus principales parámetros y así pueda brindar una mejor calidad de agua residual la cual no afectará negativamente a nuestro medio socio-ambiental (Adrianzen et al., 2015).

Si las aguas residuales tienen un menor nivel de contaminación fisicoquímica y microbiológica, representará un menor peligro para su reúso en el riego de cultivos, favoreciendo directamente a la población que los consume, contribuyendo al cuidado de las especies marinas ya que en el mar es donde se disponen estas aguas residuales ya tratadas (Lizana, 2018).

Algunos trabajos previos como el de Vásquez, Guerrero y Quintero (2010) investigaron acerca de la biorremediación, disminuyendo la concentración de barros descompuestos con restos de grasas con lubricantes acabados. Se hicieron ensayos los cuales fueron en las instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) de Río Frío, evaluando consorcios microbianos naturales, en el cual se adicionó los suelos contaminados quienes están formados por lodos deshidratados considerándolos en el procedimiento principal de elementos residuales caseros, se realizó barros derivados de lavaderos de autos y de alcantarilla del fragmento industrial de la localidad de Bucaramanga (Colombia). Realizaron lo siguiente: Separó, eligió y conservó cepas infecciosas con volumen deponedor de (TPH) como *Pseudomonas spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Enterobacter cloacae*, *Citrobacter spp.*, *Bacillus brevis*, *Micrococcus spp.* Continuamente se realizó pruebas iniciales en el cual se contaminaron los montajes con un grupo de bacterias la cual era 3×10^8 UFC/ml de microbios y bacteria fúngicos como *Aspergillus spp.*, *Fusarium spp.*, *Trichoderma spp.*, a una concentración de 1×10^6 esporas /ml; se monitoreo su temperatura, Ph, humedad y oxigenación. Posteriormente se realizó dos pruebas pudiendo comprobar los tratamientos; también se estudió la variable continua TPH en ppm a través del procedimiento de métodos complejos lineares en componentes aleatorios más complejos, que manifestaron

contradicciones relevantes de la biopila control y las biopilas bajo prueba; finalmente se tuvo como resultado un 94% de TPH en 120 días y 84% en 40 días, lo cual se vio reflejado teniendo buenos resultados en el uso de los grupos de microorganismos en la purificación de fangos de tipo alcantarilla fabril.

Trabajos como el de Quiñonez (2015) en el que se aplicó *Trichoderma spp.* en la purificación de aguas residuales, utilizando biorreactores de biopelícula. El diseño de la investigación tuvo un carácter representativo (describió situaciones y condiciones y definió el tratamiento que resultó estadísticamente significativo en la disminución del DQO de las aguas residuales, experimental (Se realizó cuatro (4) experimentos, correspondientes a un diseño experimental completamente al azar, resultantes de considerar el factor [concentración del inóculo y cuatro niveles para este factor])). Concluyéndose que es posible el uso de *Trichoderma spp.* para el tratamiento de aguas residuales en los inóculos experimentados en F1, F2, F3 correspondiente a 0,25, 0,5 y 0,75 g/L., logrando obtener cinéticas de remoción constantes alrededor del 70% después de 60 días en la remoción de DQO proveniente del canal el Macho de la ciudad de Machala. Así los resultados obtenidos no muestran diferencia significativa en los tratamientos aplicados.

A su vez, Cardona y García (2008) en su tesis titulada “Consecuencia de la aplicación de EM en aguas domésticas” abordó la problemática que los microorganismos eficaces son de mucha eficiencia para remediar las aguas residuales domésticas, su diseño de investigación fue experimental. Y en cuanto a sus resultados se evidenció en las dos primeras pruebas, una disminución en el DQO diferencial a la de DBO₅. De manera contraria, en los muestreos realizados entre los días 30 y 45 se lograron valores muy altos, 294.2 mg/ml y 411.9 mg/ml conjuntamente, concluyéndose así que no se vieron disconformidades a gran escala. Así mismo, Bejarano y Escobar (2015) en su tesis titulada “Eficiencia de la utilización de microorganismos aerobios para mejorar el sistema en una planta de tratamiento” abordaron la problemática de falta de control en el manejo de aguas residuales lo que genera consecuencias para el ambiente proponiendo así una alternativa de tratamiento a estas aguas, teniendo como objetivo determinar el efecto al usar microorganismos en un PTAR, observando que dichos microorganismos permitieron la remoción de un 79.8 % de carga orgánica en el reactor

Se realizó una investigación de manera descriptiva – cualitativa obteniendo como resultado que el uso de microorganismos aerobios permitió eliminar un buen porcentaje, concluyendo que las bacterias GRAM tienen una mejor eficiencia al igual que los hongos *Fusarium*, *Penicillium* y *Aspergillus*.

Del mismo modo, Romero y Vargas (2017), en su tesis titulada “Eficiencia de los Microorganismos eficaces para remediar las aguas contaminadas” abordaron la problemática de la deficiencia en cuanto al tratamiento de las aguas residuales en el Municipio Guines Mayabeque - Cuba, para ello aplicaron el producto llamado Versaklin, producto desarrollado anteriormente en el Instituto Carlos J. Finlay - Cuba) el cual se aplicó en dichas aguas contaminadas, teniendo como objetivo monitorear los cambios físicos, químicos y microbiológicos que se produjeran en las aguas tras la aplicación de producto Versaklin, en puntos ubicados en el canal de AR del municipio. Realizándose muestras a las 0 h, 24 h y 48 h posteriores a su estudio; obteniendo un mayor resultado las 24 h de aplicado el producto, y concluyendo que, el producto Versaklin es eficiente pues logro remediar la materia orgánica. (Romero y Vargas 2017).

De la misma manera, Toc (2012), en su tesis titulada “Consecuencia de las bacterias eficaz (EM) en las Aguas residuales de la Granja Porcina de Zamorano, Honduras” abordó la problemática buscando evaluar el efecto que tienen los EM para mejorar dichas aguas. El diseño de investigación utilizado fue experimental. Los resultados obtenidos mostraron una reducción del 98% de DBO5, un 97% en lo referente al DQO y reducción de Sólidos totales del 91%, con lo cual se afirmó que el agregado de los Microorganismos Eficaces (EM) en las aguas residuales de la granja porcina de Zamorano redujeron el porcentaje de DBO, DQO y ST a los 60 días posteriores a su aplicación .. (Toc Aguilar, René Manuel, 2012).

Igualmente, Rajasulochana y Preethy (2016) en su investigación científica “Comparison on efficiency of various techniques in treatment of waste and sewagewater – A comprehensivereview “ determinó que a medida que las poblaciones crecieron, la cantidad de las aguas residuales generadas aumentaron rápidamente y el deterioro de la calidad de estas aguas residuales superó la auto-purificación (capacidad de los arroyos y cuerpos de río).

Priya et al. (2016) en su investigación “Comparative study of treatment of sewage Waste water using HUASB reactor in the presence and absence of Effective Microorganisms” evaluaron el rendimiento de los reactores HUASB en el tratamiento anaeróbico de las aguas residuales de la industria sagú utilizando un microorganismo eficaz. Se operó un reactor híbrido de manta de lodo anaeróbico (HUASB) de flujo ascendente a escala de laboratorio, con un volumen de aproximadamente 4,7 litros y se utilizaron anillos de polipropileno como medios de empaque; concluyeron que, la producción de gas se incrementó con el aumento de OLR. Se obtuvo la producción máxima de gas de 2.8 L / d y 2.0 L / d para el reactor HUASB en presencia de microorganismos efectivos y del reactor HUASB en ausencia de microorganismos efectivos.

Algunos trabajos nacionales como, Beltrán y Campos (2016) en su tesis titulada “Aplicación de bacteria eficientes en la planta de tratamiento de Jauja”, concluyeron que en los lugares más grandiosos de la región Junín (Concepción, Jauja, Huancayo, Satipo, Oroya) están siendo afectados por la contaminación acuática por elementos excedentes debido a la escasez de plantas de tratamiento, a los derrames en ríos y lagos; su objetivo principal fue determinar la aplicación de microorganismos en la Planta de Tratamiento de Jauja”, para ello realizó pruebas experimentales analizando los resultados a los 0; 30; 60 y 90 días de aplicación, y determinar su efecto en el: pH, coliformes termotolerantes, sólidos totales en suspensión, olor, color (aspecto) y temperatura, el lodo residual, aceites y grasas, DBO, DQO, obteniendo como resultados la disminución de estos parámetros; logrando disminuir el DBO, DQO, sólidos totales y olor, los parámetros de agua residual mayores que redujeran el (%) de contaminante ya que las grasas obtuvieron un 97,60% y coliformes termotolerantes 99,55% (Beltrán y Campos, 2016).

Martínez y Aybar (2008) en su tesis titulada “Evaluación de la capacidad de remoción de bacterias coliformes fecales y demanda bioquímica de oxígeno de la planta de tratamiento de aguas residuales “La Totorá”, Ayacucho, Perú”, determinó la capacidad de remoción de coliformes fecales y la demanda bioquímica de oxígeno, de la PTAR “La Totorá” empleando la técnica de Tubos Múltiples de Fermentación NMP y el método de respirométrico para determinar la DBO₅, obteniendo así en cuanto a la capacidad de remoción de BCF en los tanques Imhoff, están sobre los valores del parámetro de diseño lo cual es el (60% de remoción), concluyendo que el volumen de BCF fue del 99,9850% siendo esta deficiente ya que el promedio debe ser de 99,9999% según la Ley General de Aguas de clase III.

Sánchez (2014) en su tesis titulada “Suficiencia de purificación utilizando bacterias eficientes en desperdicios domiciliarios , Moyobamba. Perú” concluye que los microorganismos eficaces tienen efecto de purificación de bacterias eficientes en el procedimiento de desperdicios domiciliarios, en la ciudad de Moyobamba. Los resultados demostraron que la temperatura bajó de 23.5 a 22.8, en cuanto al pH, este mostró valores próximos a la neutralidad durante mayor parte del tratamiento de 6.3 a 6.7, para Oxígeno Disuelto se obtuvieron valores de 3mg/ al inicio 2.5 mg/l al término del tratamiento, el DBO fue notoriamente destituido en un 69,4 % disminuyendo así de 320 mg/l a 98 mg/l. El *E-coli* fue removido en 52.83% 1 200 NMP/ 100 MI a 1000 NMP/ 100 MI diferencias en cada muestreo realizado.

En cuanto a las teorías relacionadas al tema o aspecto conceptual tenemos; que se denominan aguas residuales a aquellas afectadas negativamente por la actividad antropogénica en sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas. Debido a la mala calidad (Aguilar, 2010), estas necesitan un previo tratamiento, para posteriormente ser rehusadas o vertidas a un cuerpo natural de agua. (Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales, 2014).

Las principales fuentes contaminantes del agua son las originadas en las viviendas (origen doméstico), en la industria (origen industrial), en la actividad agropecuaria (origen agrícola) y en la atmósfera y el suelo (origen atmosférico). (Jaume, 2013).

La contaminación de origen doméstico es causada por sustancias orgánicas e inorgánicas y microorganismos, resultados del mal uso que se le da a los residuos generados en casa. No suelen tener olor cuando son recientes, al fermentarse y debido a ello tienden a tomar un color gris negruzco. (Jaume, 2013).

La contaminación de origen industrial es ocasionada por sustancias procedentes de los procesos industriales, productos de transformaciones y acabados, así como intercambios térmicos, además se incluyen sustancias similares a los vertidos de origen doméstico, pueden contener elementos propios de cada tipo de industria. (Jaume, 2013).

Según el OEFA , las aguas residuales por su origen se definen como: Aguas Residuales Industriales, generadas por la acción antropogénica en minas, agricultura, energía, agroindustrias, entre otras y aguas residuales domésticas, generadas por las actividades domésticas del metabolismo humano, las cuales deben estar tratadas adecuadamente (López, 2006; Berrios, 2018; Huamani, 2018).

Cuando hablamos de aguas residuales municipales, se refiere a las aguas que fueron formadas por origen doméstico o por los productos industriales generados durante sus distintos procesos (OEFA, 2014).

Límite Máximo Permisible (LMP): Cuando nos referimos a este podemos decir que es la medida de concentración de elementos como también de sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, los cuales al ser expuestos puede las personas como el bienestar humano y al medio ambiente. El MINAM exige legalmente su cumplimiento, como también los organismos que contentan el Sistema de Gestión Ambiental (Medina, 2014)

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Figura N° 1. Límites máximos permisibles (LMP) para los efluentes de PTAR según Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.

Fuente: MINAM, 2010.

Llamamos lodos residuales al subproducto, obtenido de la depuración términos de tratamientos de aguas residuales en la remoción de contaminantes (Limón, 2013).

Los lodos residuales no pueden ser dispuestos sin haberse principalmente estabilizado para así poder reducir la atracción de vectores y contaminantes. Son generados principalmente en los tratamientos primarios como secundarios, en el tratamiento primario estos dependen

de la carga superficial o del tiempo hidráulico de retención; mientras que en los tratamientos secundarios estos se generan en procesos biológicos (Aquino, 2019).

La calidad del agua se determina por parámetros fisicoquímicos, como el pH, la temperatura, el oxígeno disuelto (OD) los cuales son de gran importancia para la existencia de los microorganismos acuáticos, el grado de oxígeno disuelto tiende a ser más crítico en las épocas calurosas. (Aquamarket, 2017). La demanda química de oxígeno (DQO), la cual viene a ser el gasto de oxígeno por los cuerpos reductores (tomadores de electrones) en el agua residual, sin que intervengan ningún organismo. La DQO en las aguas residuales es generalmente mayor que la DBO5 ya que es mayor la cantidad de compuestos que pueden oxidarse por vía química que biológica. La relación entre la DBO5 y la DQO son los derrames en las aguas residuales. En cuanto a la contaminación bacteriana, para su determinación de microorganismos de origen humano y de fácil detección, como: Coliformes fecales, estreptococos, colonias de
de anaerobios "*Clostridiumwelchii*" (Jaume, 2013).

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO): esta es usada como medida la cual verifica el total de oxígeno que requieren los microorganismos para así oxidar residuos orgánicos, pero aerobio; presente en la muestra del agua. (Raffo et al., 2014).

Otros factores físicos como la presencia de sólidos orgánicos que provienen de la actividad antropogénica es decir la que es provocada por el hombre en tanto a actividades de origen animal como también vegetal. Por ejemplo, en el caso de las proteínas, de los hidratos de carbón, y también de las grasas, etc. (Jaume, 2013).

Materia orgánica, está comprendida por dos componentes el carbono e hidrógeno orgánico la estequiometría de cada componente se oxida en distintos niveles y al resultado de la cuantificación del oxígeno usado en el agua, se le denomina "Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 días" DBO5. (Alberto 2006).

También se evalúan los parámetros microbiológicos como E. coli cuya presencia en el agua residual indica una fuerte contaminación por residuos fecales recientes, así como también coliformes termotolerantes.

Existen diferentes métodos de tratamiento de aguas como: Rejas de desbaste: Este es un tratamiento que se presencia en las PTAR desde hace muchos años, por tal motivo es un tratamiento antiguo realizado con la finalidad de proteger el posterior equipo que es utilizado

en los siguientes tratamientos y así evitar que sólidos de gran tamaño causen problemas y daños. Los tipos de rejillas más usados se denominan rejillas de gruesos que se encargan de eliminar aquellos residuos de gran tamaño y rejillas de fino que eliminan residuos de menor tamaño (Isla, 2005). Desarenadores: Este tratamiento está referido exactamente a la eliminación de arena como también de algún sólido áspero, con este procedimiento, se previene el deterioro de la utilización de equipos como también su contigua decantación en las tuberías y/o canales. La presencia de la arena en las aguas residuales es común, debido a que cuando llueve la arena es arrastrada con el agua y cae en el alcantarillado. Luego esta mezcla llega finalmente a las plantas de tratamiento. (Isla, 2005). Otro tipo es el Desarenador de tipo rectangular aireado: el cual se trata de una cámara de forma rectangular, por la cual el agua pasa y en su transcurso permite que la arena se deposite en el fondo tronco piramidal, introduciendo aire cerca del fondo lo cual causa un flujo espiral perpendicular permitiendo que el agua circule por el tanque con un mínimo de arena en el mismo. (Isla, 2005).

Fosas sépticas: Este Procedimiento para tratar las aguas residuales es utilizado para pequeños núcleos de poblaciones aisladas o instalaciones de pequeño tamaño. Elimina principalmente sólidos en suspensión y en menor cuantía DBO, debido a su baja eficiencia deben ir seguidas de otro tratamiento para completar la eliminación de material orgánica. Tanques Imhoff: Este tipo de tanque suele tener dos funciones: recepción y procesamiento, para realizar la separación de estas funciones se utiliza un deflector inclinado. Decantadores: Principalmente estos tienen la función de poder estancar el agua residual en una balsa para eliminar los sólidos y luego separarlos en forma de fango, elimina los sólidos en suspensión (Isla, 2005; Huertas, 2013; Ortega, 2008; Cantos, 2010).

Aireadores: Los aireadores mezclan en una cámara de homogeneización, el agua y el aire gracias al “Venturi”. Se obtiene un chorro suave tipo spray (según norma UNE – EN 246, el caudal de aire a inyectar debe ser de alrededor de 10 l/h). (Soriano y Pancorbo, 2014).

Lodos activos: Son aspectos de suma importancia a nivel mundial ya que son utilizados muy comúnmente en aguas residuales en su tratamiento secundario. Dicho proceso aumenta la concentración de bacterias debido a que recirculación en el efluente (Isla, 2005).

Filtros biológicos: Son un tratamiento de oxidación de materia orgánica mediante bacterias en que la diferencia fundamental con los lodos activos es que las bacterias están sujetas a un soporte en vez de en suspensión en el fluido. En los biofiltros el soporte no está sumergido, sino que el agua a tratar se riega sobre el mismo y escurre sobre su superficie a la vez que el

aire circula por los huecos del soporte (Isla, 2005).

Lagunas: Las lagunas consisten principalmente en almacenar el agua a tratar durante periodos muy largos para que así se produzca una oxidación de la materia orgánica por la bacteria, en las de tipo aerobio el aporte de oxígeno es debido al crecimiento de algas en el medio, son consideradas tratamientos blandos y por tanto se deben caracterizar por: Su sencillez de operación y mantenimiento. Bajo consumo energético, Integración en el medio ambiente y coste de inversión moderado (Isla, 2005).

E. coli es una bacteria la cual vive en nuestros intestinos, ayudando así a nuestro cuerpo a descomponer y como también a procesar los alimentos que ingerimos. Existen hongos antagonistas los cuales tienen gran importancia en cuanto a la inspección biológica de los Fito patógenos. Entendiéndose así que, las familias de *Trichoderma* son destacadas cuando más son usadas para el control de patógenos fúngicos del suelo. Se puede decir que estas especies presentan diferentes modalidades de trabajo accediendo así al control de los patógenos. Los principales son la competencia por espacio y nutrientes, el micoparasitismo y la antibiosis, ya que contemplan una acción directa respecto al hongo fitopatógeno, (Leal, 2000; citado por Lorenzo, 2001).

Cuando hablamos de los Componentes de labor de *Trichoderma*; nos referimos a la labor supervisora de la misma, a lo largo de investigaciones se han estudiado y explicado distintos conjuntos de operaciones que uniforman la mejora de setas patógenos.

Cabe decir que la competencia es parte de un mecanismo de antagonismo de manera importante. Definiéndose como mixto ya que se forman dos o más organismos.

Adhesión y enrollamiento: Este paso ocurre cuando la respuesta de reconocimiento es positivo, las hifas de *Trichoderma* se mezclan con las del hospedante mediante la formación de estructuras parecidas a ganchos (Fig. 2), se enrollan alrededor de estas, a través de procesos enzimáticos (Pérez, 2004). Según Chet y Elad (1983), citado por Martínez (Martínez, 1984).

Actividad lítica: Aquí es donde la producción de enzimas líticas extracelulares, fundamentalmente quitinasas, glucanasas y proteasas, se degradan las paredes celulares del hospedante haciendo así posible la penetración de las hifas del antagonista (Haram, 1996).

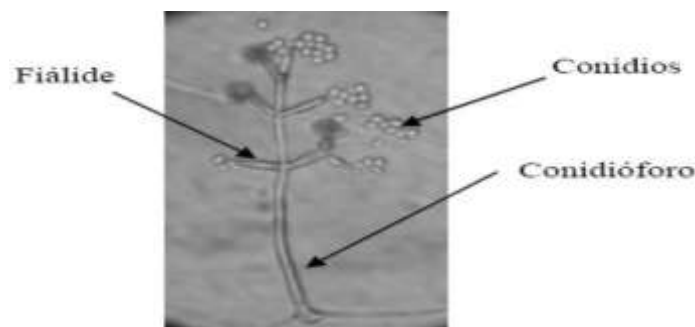


Figura N° 2. Conidios y coníferos de *Trichoderma sp.*

Fuente: Quiñonez, 2015.

En la figura N°2, se observa a la *Trichoderma sp* sus filamentos y conidióforos que son ramificaciones con los cuales envuelve y secreta enzimas ejerciendo su acción antagónica sobre otros microorganismos que compiten por el alimento o espacio (Danay Infante et al, 2009).

Se planteó el siguiente problema, ¿Cuál es el efecto del tiempo de residencia y dosis de *Trichoderma sp.* en la DQO, coliformes y *E. Coli* en aguas del PTAR-Jequetepeque?

La justificación frente a esta problemática es la aplicación de un método para la reducción de la DQO, coliformes y *E. Coli* en aguas residuales de la PTAR del distrito de Jequetepeque, considerando el presente trabajo como uno de los avances más importantes en nuestro desarrollo como investigadores buscando soluciones para enfrentar el problema de la contaminación del recurso hídrico.

Las aguas residuales de la PTAR del distrito de Jequetepeque no cuentan con un proceso de tratamiento adicional al de almacenamiento y vertido luego al mar, el presente trabajo tiene como finalidad proponer una alternativa para la reducción de DQO, coliformes y *E. Coli* en las aguas residuales y de esta manera cuidar el medio ambiente, proteger los recursos naturales y la responsabilidad con la sociedad evitando la contaminación del mar, cuidando el recurso hídrico, mejorando la calidad del agua vertida, se estima que el presente trabajo beneficiará directamente a la población de la Municipalidad Distrital de Jequetepeque.

En la presente investigación se ha utilizado *Trichoderma sp.* para la reducción de la DQO, coliformes y *E. coli* en aguas residuales de la PTAR del distrito de Jequetepeque, considerando su acción de biocontrol, utilizando mecanismos de acción los cuales favorecen control en los patógenos. Los que tienen una acción directa frente a este hongo patógeno, es la competencia por espacio y nutrientes, el micoparasitismo y la antibiosis (Leal, 2000; citado por Lorenzo, 2001)

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue identificar la dosis y tiempo de residencia de *Trichoderma sp.* en la reducción de la DQO, coliformes y *E. coli* en aguas residuales de la PTAR del distrito de Jequetepeque; cuyos efectos se evaluaron mediante un pre y post análisis en laboratorio.

A su vez, en esta investigación se planteó las siguientes hipótesis

H0: El tiempo de residencia y dosis de *Trichoderma sp.* no tienen efecto en la disminución de DQO, coliformes y *E. Coli* de aguas residuales de la PTAR Jequetepeque.

H1: El tiempo de residencia y dosis de *Trichoderma sp.* tienen efecto en la disminución de DQO, coliformes y *E. Coli* de aguas residuales de la PTAR Jequetepeque.

Como objetivo general se propuso evaluar el efecto de la dosis y tiempo de residencia de *Trichoderma sp.* en la disminución de DQO, coliformes y *E. Coli* de aguas residuales de la PTAR Jequetepeque. A su vez, como objetivos específicos se caracterizó parámetros de DQO, coliformes totales, termotolerantes y *E. coli* de aguas residuales de la PTAR Jequetepeque; también se determinó la DQO, coliformes y *E. coli* de aguas residuales de la PTAR Jequetepeque, después de cada tratamiento. Y finalmente se comparó los resultados obtenidos de los parámetros DQO, coliformes y *E. coli* de las aguas residuales de la PTAR Jequetepeque con el Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM. – ECA para aguas y Decreto Supremo N° 003-2010-MINA

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo y diseño de la presente investigación fue experimental, por su tipo aplicada y cuantitativa y utilizó el método deductivo. Por su diseño fue experimental ya que se manipulo las variables de dosis de *Trichoderma sp.* y tiempo de residencia y se evaluó el efecto en aguas residuales de la PTAR Jequetepeque.

El diseño fue factorial porque permite la combinación de los factores en el diseño experimental para la manipulación de las variables independientes, en el mismo experimento; lo cual se detalló en el esquema:

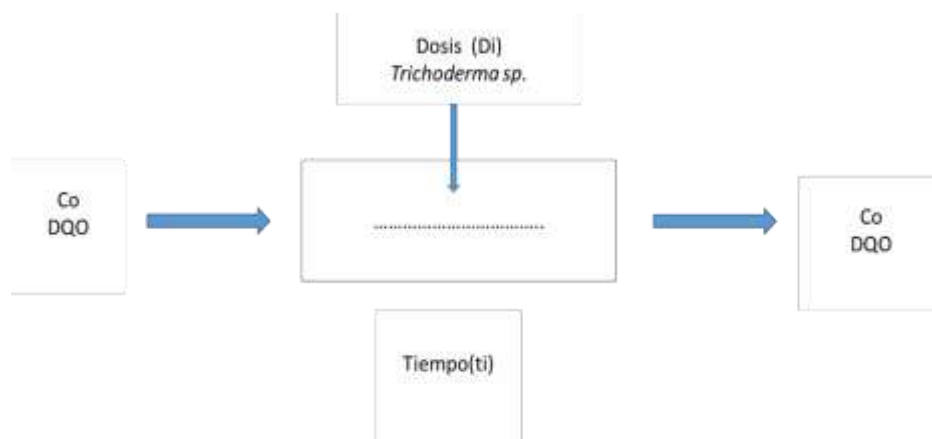


Figura N° 3. Diseño experimental

Fuente: Elaboración propia Donde:

Ti: Tiempo (0, 10, 20, 30) días.

Di: Dosis de *Trichoderma sp.* (1,3,6) mL. de suspensión de 10^6 conidias/mL. DQO:

Demanda química de oxígeno (mg/L).

Co: Coliformes (totales; termotolerantes; *E. coli*) NMP/100 mL.

Variables:

Variable Independiente: Dosis de *Trichoderma sp.* y tiempo de residencia

Variable Dependiente: DQO, (Coliformes totales, termotolerantes, *E. coli* NMP/100 mL).

Tabla N° 1. Descripción de niveles de variables

Parámetros	Tiempo(días)/Dosis de <i>Trichoderma sp.</i> 10 ⁶ conidias/mL									
DQO	T0 / D0	T10/ 1Ml	T10/3mL	T10/6mL	T20/ 1mL	T20/3mL	T20/6mL	T30/1mL	T30/3mL	T30/6mL
Coliformes Totales	T0 / D0	T10/ 1Ml	T10/3mL	T10/6mL	T20/ 1mL	T20/3mL	T20/6mL	T30/1mL	T30/3mL	T30/6mL
Coliformes termotolerantes	T0 / D0	T10/ 1Ml	T10/3mL	T10/6mL	T20/ 1mL	T20/3mL	T20/6mL	T30/1mL	T30/3mL	T30/6mL
<i>E. Coli</i>	T0 / D0	T10/ 1Ml	T10/3mL	T10/6mL	T20/ 1mL	T20/3mL	T20/6mL	T30/1mL	T30/3mL	T30/6mL

Fuente: Elaboración propia. Dónde:

T: Tiempo (0, 10, 20, 30) días.

D: Dosis de *Trichoderma sp.* (1,3,6) mL. de suspensión de 10⁶ conidias/mL.

2.2 .Operacionalización de variables

Tabla N° 2. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Dosis	Es la cantidad de una sustancia suministrada como tratamiento expresado en peso por unidad de volumen (Camikag Héctor, 2016).	Se preparó 250 ml de una suspensión de <i>Trichoderma sp.</i> a concentración de 10^6 conidias/mL.	mL	Razón
Tiempo de residencia	Es la distribución de tiempo de permanencia de una sustancia en un reactor. (Vladimir, 2013)	Se tomó el tiempo en horas con un cronometro desde el momento de suministrar la dosis de <i>Trichodermas sp.</i> a las aguas residuales hasta el final del experimento 30 días.	Horas	Nominal
Efecto en la DQO, Coliformes y <i>E. Coli</i>	La demanda química de oxígeno (DQO): Se habla de un parámetro el cual mide la cantidad de sustancias dispuestas de ser oxidadas por	Estos parámetros se determinaron mediante el análisis de laboratorio tanto en el pre análisis	-DQO -Coliformes totales, termotolerantes,	Razón

	<p>medios químicos que hay disueltas o en suspensión en una muestra líquida. Este es utilizado para medir el grado de contaminación y se expresa en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mg O₂/l).</p> <p>Coliformes: se denominan a un grupo de especies bacterianas con características bioquímicas en común</p> <p><i>Escherichia coli</i>: bacteria que vive dentro de los intestinos de animales de sangre caliente</p>	y post análisis de la muestra de Agua Residual.	<i>E. coli</i> (NMP/100 ml.)	
--	---	---	---------------------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Población, muestra y muestreo

La población estuvo constituida por Aguas Residuales domesticas del PTAR del distrito de Jequetepeque, Provincia de Pacasmayo-Departamento La Libertad, Abril – Julio 2019.

La muestra de agua residual estuvo constituida por 36 litros, obtenidos de la poza de Oxidación de PTAR Jequetepeque y fue muestreada según El Protocolo de monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos - Autoridad Nacional del Agua–DGCRH.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnica: Las principal Técnica utilizada en la Investigación fue:

-Observación

2.4.2. Instrumentos: El principal Instrumento que se aplicó en la Técnica es:

-Ficha de Observación

2.4.3. Validez y confiabilidad

Los instrumentos empleados para el recojo de datos fueron sometidos a evaluación, de expertos; donde se precisaron los datos obtenidos durante el muestreo en la PTAR Jequetepeque.

Para la determinación de los parámetros fisicoquímicos del efluente residual de la poza de oxidación de la PTAR Jequetepeque: se emplearon los métodos normalizados para análisis de aguas residuales.

Tabla N° 3. *Métodos Normalizados para análisis físicos, químicos y microbiológicos.*

Parámetro	Unidad	Método
pH	Unidad pH	SMEWW-APHA-AWWA WEF.Part4500H+B22ndEd, pH Value. Electrometric method.
Temperatura	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Parte 2550 B,22nd.Ed. Temperature laboratory and field Methods.
DQO	mg/L	<i>SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part5220D, 22nd.ED.2013</i>
Coliformes termotolerantes y <i>E. coli</i>	NMP/100ml	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

Fuente: Elaboración propia

2.5.Procedimiento

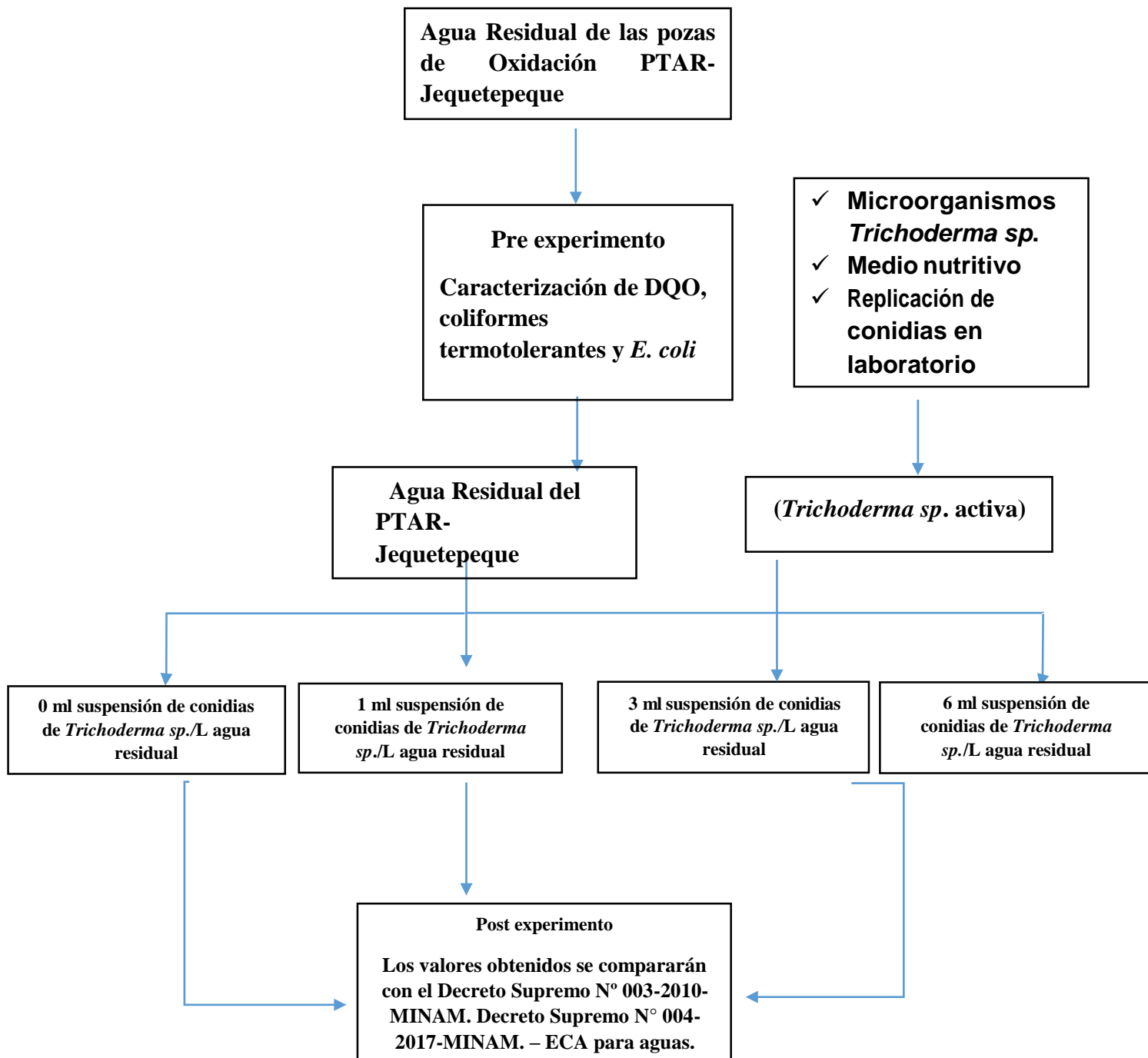


Figura N° 4. Procedimiento

Fuente: Elaboración propia

2.6.Método de análisis de datos

Utilizamos la prueba de normalidad de Shapiro Will para así procesar los datos recolectados, posteriormente se hizo el Análisis de Varianza (ANOVA) y la post prueba de Tukey; las cuales son pruebas paramétricas que tienen como resultado verificar entre sí mismas las medias o varianzas de cada método.

2.7.Aspectos éticos

Al realizar la presente investigación, se tomó en cuenta los literatos de las fuentes analizadas, mencionándolas posteriormente en las respectivas referencias.

Se tomaron en cuenta también los valores moralistas, íntegros y medioambientales. Se garantiza la conservación del medio ambiente, ya que se plantea una forma de biorremediar nuestros recursos, en este caso el recurso hídrico.

III. RESULTADOS

Tabla N° 4. Caracterización de las aguas residuales del PTAR Jequetepeque

Tiempo (Días)	DQO (mg/L)	Colif Totales (NMP/100mL)	Log Colif Totales (NMP/100mL)	Colif. Termot. (NMP/100mL)	Log Colif. Termot. (NMP/100mL)	<i>E.coli</i> (UFC/mL)	Log <i>E.coli</i> (UFC/mL)
Cero	608	3,20E+07	7,46	8,50E+05	5,92	8,00E+05	5,90

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 5. Resultados promedio del porcentaje de reducción de DQO por tratamiento.

Tiempo (días)	Dosis (10 ⁶ Conidias/mL)	DQO (mg/L)	DQO % Reducción
0	0	608	0
10	1	569,67	6,30
	3	561,33	7,68
	6	513,00	15,63
20	1	560,17	7,87
	3	537,00	11,68
	6	499,33	17,87
30	1	537,98	11,52
	3	530,67	12,72
	6	426,00	29,93

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 5 se muestran los resultados promedio del porcentaje de reducción de DQO, donde se logra el mejor resultado empleando la dosis de 6 ml por un tiempo de residencia de 30 días; llegando a reducir hasta un 29.93% en dicho parámetro.

Tabla N° 6. Subconjuntos homogéneos del % reducción DQO (mg/L)* dosis de *Trichoderma sp.*

HSD Tukeya,b				
Dosis (10 ⁶ Conidias/mL)	N	Subconjunto		
		1	2	3
1	9	8.56		
3	9		10.69	
6	9			21.14
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

A su vez, a fin de evaluar estadísticamente el efecto de la variable dosis de *Trichoderma sp.* sobre el porcentaje de remoción de DQO, se realizó la prueba de ANOVA, encontrándose diferencia significativa ($P < 0.05$) entre al menos dos niveles de la variable dosis procediéndose a realizar las pruebas post hoc de HSD Tukey, cuyos resultados se muestran en la tabla 6 de subconjuntos homogéneos que evaluó el efecto de la dosis de *Trichoderma sp.* apreciándose la unión de tres grupos distintos para cada nivel de la variable mencionada; siendo el subconjunto 3 quien tiene una alta reducción promedio de DQO

% con un promedio de 21.14%. Estos resultados sugieren que pasados los 30 días en condiciones de laboratorio se consiga buenas expectativas en el procedimiento de aguas residuales en dicho parámetro.

Tabla N° 7. Subconjuntos homogéneos del % reducción DQO (mg/L) * variable tiempo de residencia.

HSD Tukeya,b				
Tiempo (días)	N	Subconjunto		
		1	2	3
10	9	9,86		
20	9		12,47	
30	9			18,05
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

De igual forma, a fin de evaluar estadísticamente el efecto de la variable tiempo de residencia de *Trichoderma sp.* sobre el porcentaje de remoción de DQO, se realizó la prueba de ANOVA, encontrándose diferencia significativa ($P < 0.05$) entre al menos dos niveles de la variable dosis procediéndose a realizar las pruebas post hoc de HSD Tukey, cuyos resultados se muestran en la tabla 7 de subconjuntos homogéneos donde se muestra la unión de tres grupos distintos para cada nivel de la variable tiempo de residencia de *Trichoderma sp.*; siendo el subconjunto 3 quien tiene una alta reducción de DQO % con un valor de 18.05%. Estos resultados sugieren que pasados los 30 días en condiciones de laboratorio se consiga buenas expectativas en el procedimiento de aguas residuales en dicho parámetro.

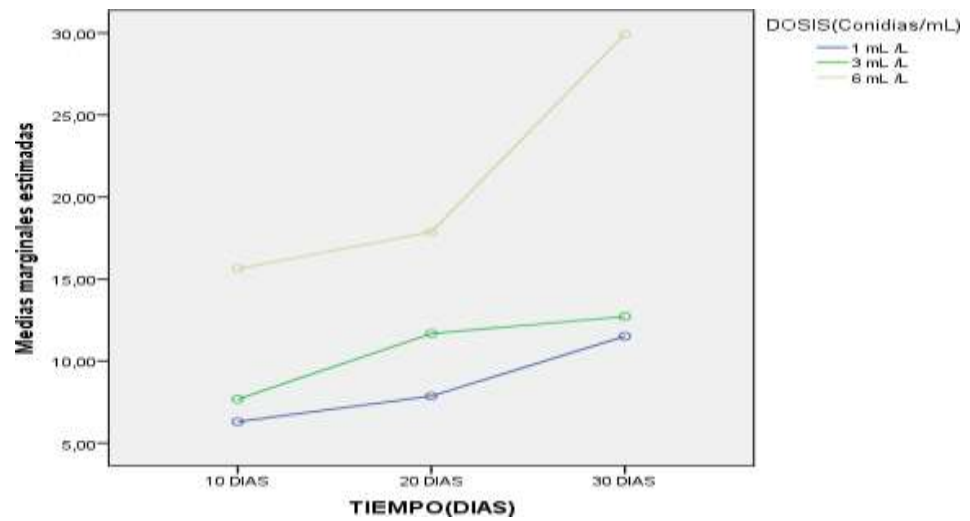


Figura N° 5. Perfiles de % de reducción de DQO*tiempo*dosis
Fuente: IBM SPSS Statistics 22

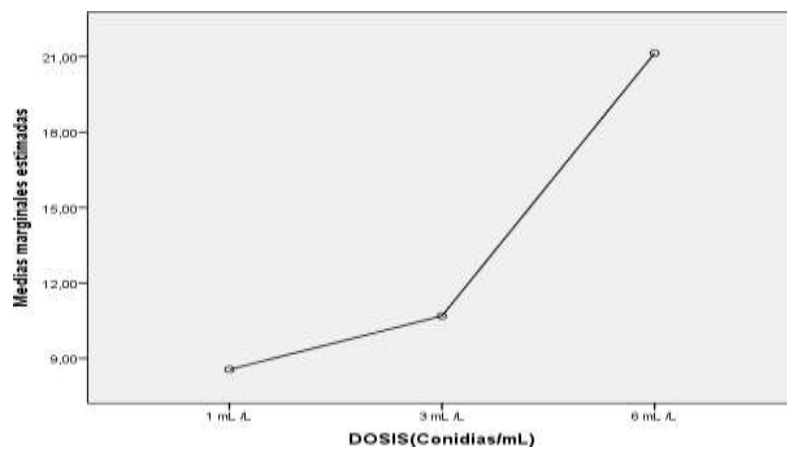


Figura N° 6. Porcentaje (%) de reducción de DQO vs dosis de Trichoderma sp.
Fuente: IBM SPSS Statistics 22

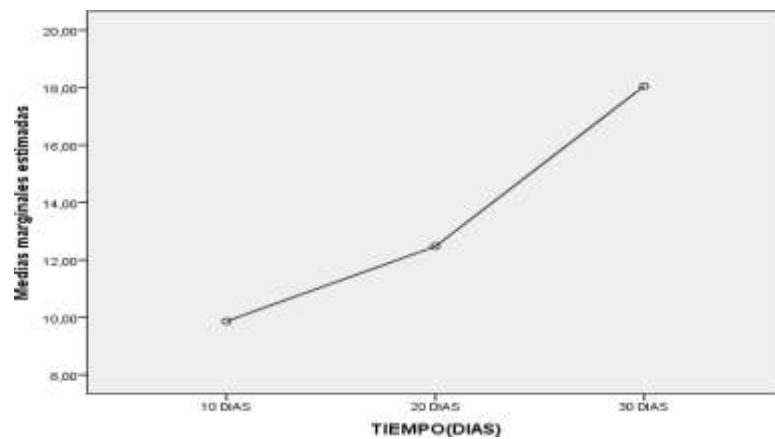


Figura N° 7. Porcentaje (%) de reducción de DQO vs tiempo de residencia de Trichoderma sp.
Fuente: IBM SPSS Statistics 22

Tabla N° 8. Resultados promedio del porcentaje de reducción de coliformes totales por tratamiento.

Tiempo (Días)	Dosis (10 ⁶ Conidias/mL)	Colif Totales (NMP/100mL)	Log Colif Totales (NMP/100mL)	Colif. Totales % Reducción
0	0	3,20E+07	7,46	0
10	1	2,51E+07	7,40	0,89
	3	2,03E+07	7,31	2,68
	6	1,51E+07	7,18	5,03
20	1	2,01E+07	7,30	2,69
	3	9,56E+06	6,98	6,99
	6	4,53E+06	6,66	11,32
30	1	3,02E+06	6,48	13,66
	3	6,04E+06	6,78	9,65
	6	1,61E+06	6,21	17,30

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 8 se muestran los resultados promedio del porcentaje de reducción de coliformes totales, donde se logra el mejor resultado empleando la dosis de 6 ml por un tiempo de residencia de 30 días; llegando a reducir hasta un 17.30% en dicho parámetro.

Tabla N° 9. Subconjuntos homogéneos del % reducción Coliformes Totales (NMP/100 mL)

* dosis de *Trichoderma sp.*

HSD Tukeya,b				
Dosis (10 ⁶ Conidias/mL)	N	Subconjunto		
		1	2	3
1	9	5,74		
3	9		6,44	
6	9			11,21
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

A su vez, a fin de evaluar estadísticamente el efecto de la variable dosis de *Trichoderma sp.* sobre el porcentaje de reducción de coliformes totales, se realizó la prueba de ANOVA, encontrándose diferencia significativa ($P < 0.05$) entre al menos dos niveles de la variable dosis procediéndose a realizar las pruebas post hoc de HSD Tukey, cuyos resultados se muestran en la tabla 9 de subconjuntos homogéneos que evaluó el efecto de la dosis de

Trichoderma sp. apreciándose la unión de tres grupos distintos para cada nivel de la variable mencionada; siendo el subconjunto 3 el que muestra una alta reducción promedio de coliformes totales con un valor de 11.21%. Estos resultados sugieren que pasados los 30 días en condiciones de laboratorio se consiga buenas expectativas en el procedimiento de aguas residuales en dicho parámetro.

Tabla N° 10. Subconjuntos homogéneos del % reducción Coliformes Totales (NMP/100 mL) * variable tiempo de residencia.

HSD Tukeya,b				
Tiempo (días)	N	Subconjunto		
		1	2	3
10	9	2,86		
20	9		7,00	
30	9			13,54
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

De igual manera, a fin de evaluar estadísticamente el efecto de la variable tiempo de residencia de *Trichoderma sp.* sobre el porcentaje de reducción de coliformes totales, se realizó la prueba de ANOVA, encontrándose diferencia significativa ($P < 0.05$) entre al menos dos niveles de la variable tiempo procediéndose a realizar las pruebas post hoc de HSD Tukey, cuyos efectos se observan en la tabla 10 de subconjuntos homogéneos que evaluó el efecto del tiempo de residencia de *Trichoderma sp.* apreciándose la unión de tres grupos distintos para cada nivel de la variable mencionada; siendo el subconjunto 3 el que muestra una alta reducción promedio de coliformes totales con un valor de 13.54%. Estos resultados sugieren que pasados los 30 días en condiciones de laboratorio se consiga buenas expectativas en el procedimiento de aguas residuales en dicho parámetro.

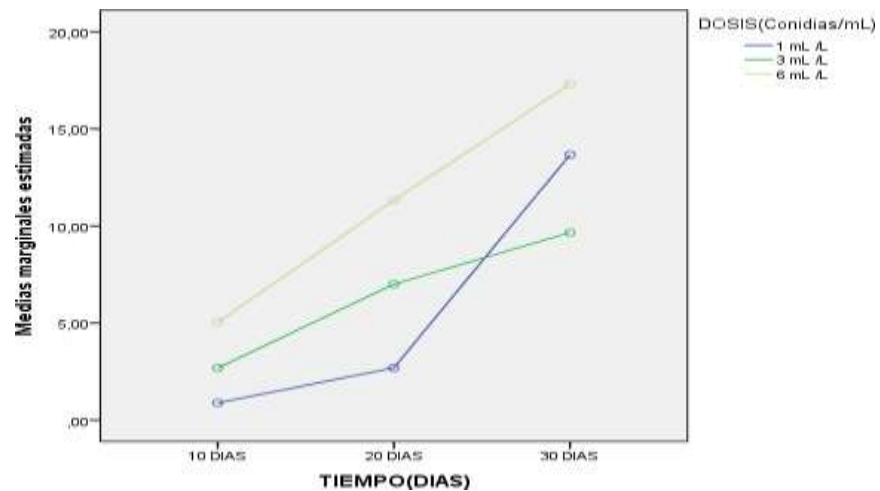


Figura N° 8. Perfiles del % de reducción de coliformes totales*tiempo*dosis
Fuente: SPSS Statistics 22

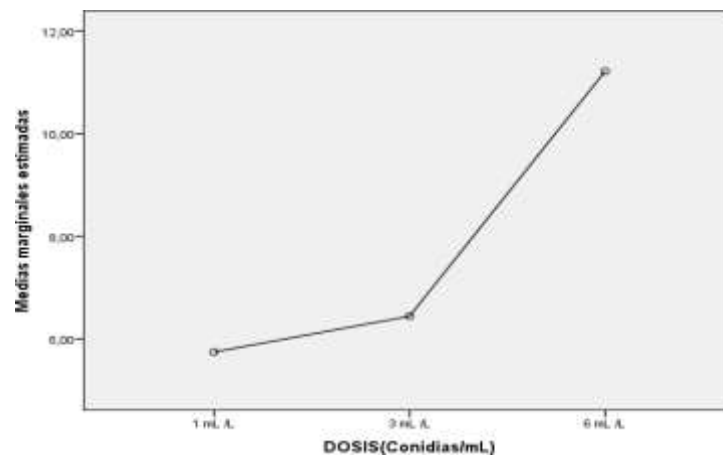


Figura N° 9. Porcentaje % de reducción de coliformes totales vs dosis de *Trichoderma* sp.
Fuente: IBM SPSS Statistics 22

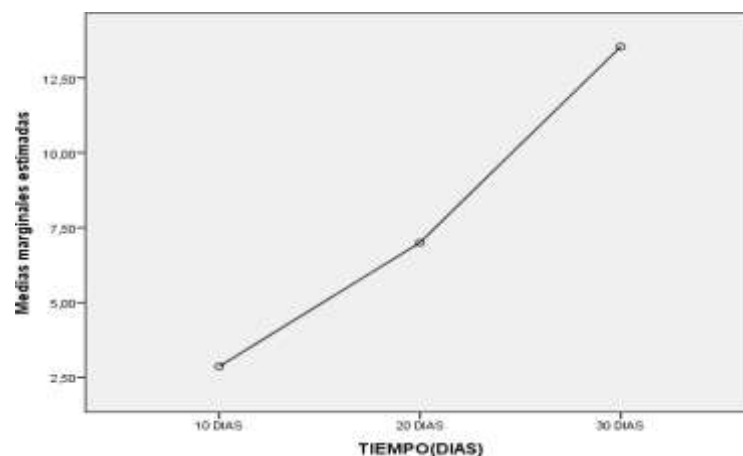


Figura N° 10. Gráfico del % de reducción de coliformes totales vs tiempo de residencia de *Trichoderma* sp.
Fuente: IBM SPSS Statistics 22

Tabla N° 11. Resultados promedio del porcentaje de reducción de coliformes termotolerantes por tratamiento.

Tiempo (días)	Dosis (10 ⁶ Conidias/mL)	Colif. Termot. (NMP/100mL)	Log Colif. Termot. (NMP/100mL)	% Reducción Colif Termot. (NMP/100mL)
0	0	8,50E+05	5,92	0
10	1	7,24E+05	5,86	1,17
	3	6,54E+05	5,82	1,92
	6	5,83E+05	5,77	2,76
20	1	6,84E+05	5,83	1,59
	3	3,22E+05	5,51	7,11
	6	2,52E+05	5,40	8,92
30	1	4,02E+05	5,60	5,48
	3	2,52E+05	5,40	8,92
	6	1,81E+05	5,26	11,33

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 11 se muestran los efectos promedio del porcentaje de reducción de coliformes termotolerantes, donde se logra el mejor resultado empleando la dosis de 6 ml por un tiempo de residencia de 30 días; llegando a reducir hasta un 11.33% en dicho parámetro.

Tabla N° 12. Subconjuntos homogéneos del % reducción Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) * dosis de *Trichoderma sp.*

HSD Tukeya,b				
Dosis (10 ⁶ Conidias/mL)	N	Subconjunto		
		1	2	3
1	9	2,74		
3	9		5,98	
6	9			7,66
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

A su vez, a fin de evaluar estadísticamente el efecto de la variable dosis de *Trichoderma sp.* sobre el porcentaje de reducción de coliformes termotolerantes, se realizó la prueba de ANOVA, encontrándose diferencia significativa ($P < 0.05$) entre al menos dos niveles de la variable dosis procediéndose a realizar las pruebas post hoc de HSD Tukey, cuyos resultados se muestran en la tabla 12 de elementos homogéneos que evaluó el efecto de la dosis de

Trichoderma sp. apreciándose la unión de tres grupos distintos por cada nivel de la variable mencionada; siendo el subconjunto 3 el que presenta la mayor reducción promedio de coliformes termotolerantes con un valor de 7.66%. Estos resultados sugieren que pasados los 30 días en condiciones de laboratorio se consiga buenas expectativas en el procedimiento de aguas residuales en dicho parámetro.

Tabla N° 13. *Subconjuntos homogéneos del % reducción Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL) * variable tiempo de residencia.*

HSD Tukeya,b				
Tiempo(días)	N	Subconjunto		
		1	2	3
10	9	1,95		
20	9		5,87	
30	9			8,57
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

De igual manera, a fin de evaluar estadísticamente el efecto de la variable tiempo de residencia de *Trichoderma sp.* sobre el porcentaje de reducción de coliformes termotolerantes, se realizó la prueba de ANOVA, encontrándose diferencia significativa ($P < 0.05$) entre al menos dos niveles de la variable tiempo procediéndose a realizar las pruebas post hoc de HSD Tukey, cuyos efectos se muestran en la tabla 13 de subconjuntos homogéneos que evaluó el efecto del tiempo de residencia de *Trichoderma sp.* apreciándose la unión de tres grupos distintos por cada nivel de variable mencionada; en el cual observamos que el conjunto de elemento N° 3 tiene una alta reducción promedio de coliformes termotolerantes obteniendo de promedio 8.57%. Estos resultados sugieren que pasados los 30 días en condiciones de laboratorio se consiga buenas expectativas en el procedimiento de aguas residuales en dicho parámetro.

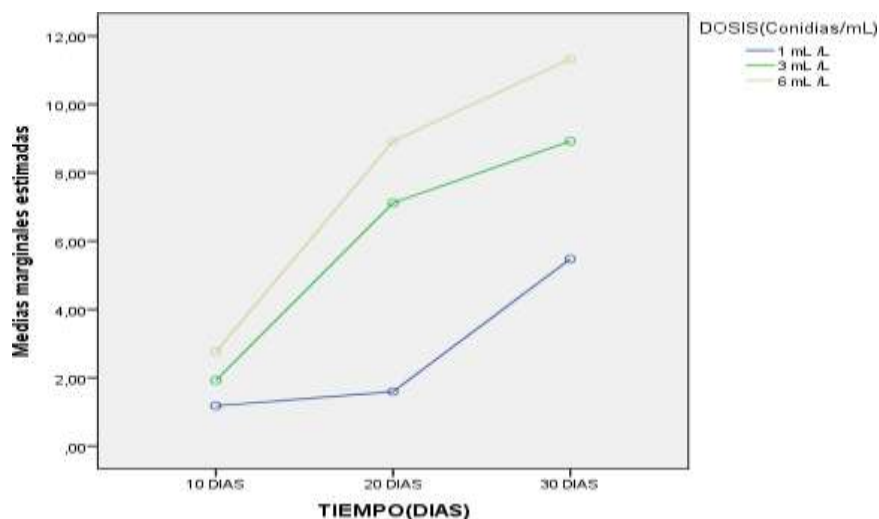


Figura N° 11. Perfiles del % de reducción de coliformes termotolerantes*tiempo*dosis
Fuente: IBM SPSS Statistics 22

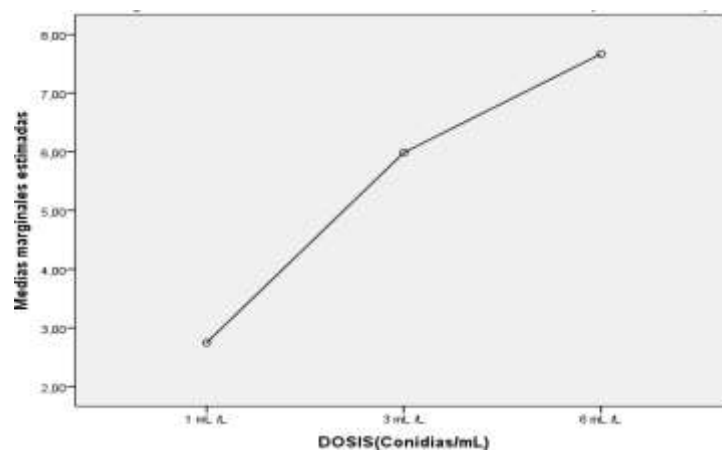


Figura N° 12. Porcentaje (%) de reducción de coliformes termotolerantes vs dosis de *Trichoderma sp.*
Fuente: IBM SPSS Statistics 22

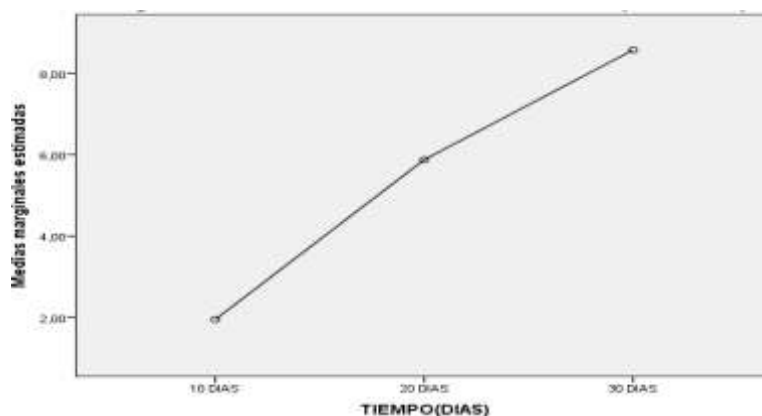


Figura N° 13. Gráfico del % de reducción de coliformes termotolerantes vs tiempo de residencia de *Trichoderma sp.*
Fuente: IBM SPSS Statistics 22

Tabla N° 14. Resultados promedio del porcentaje de reducción de *E. coli* por tratamiento.

Tiempo (días)	Dosis (10 ⁶ Conidias/mL)	E. coli (UFC/mL)	Log E. Coli (UFC/mL)	% Reducción E. Coli(UFC/mL)
0	0	8,00E+05	5,90	0
10	1	7,04E+05	5,85	0,94
	3	5,94E+05	5,77	2,20
	6	4,93E+05	5,69	3,56
20	1	6,54E+05	5,82	1,49
	3	2,62E+05	5,42	8,23
	6	9,05E+04	4,96	16,03
30	1	4,02E+05	5,60	5,06
	3	2,01E+05	5,30	10,16
	6	3,52E+04	4,55	22,98

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 14 se muestran los resultados promedio del porcentaje de reducción de *E. coli*, donde se logra el mejor resultado empleando la dosis de 6 ml por un tiempo de residencia de 30 días; llegando a reducir hasta un 22.98% en dicho parámetro.

Tabla N° 15. Subconjuntos homogéneos del % reducción *E.coli* (UFC/mL)* dosis de *Trichoderma sp.*

HSD Tukeya,b				
DOSIS(10 ⁶ Conidias/mL)	N	Subconjunto		
		1	2	3
1	9	2,49		
3	9		6,86	
6	9			14,19
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

A su vez, a fin de evaluar estadísticamente el efecto de la variable dosis de *Trichoderma sp.* sobre el porcentaje de reducción de *E. coli*, se realizó la prueba de ANOVA, encontrándose diferencia significativa ($P < 0.05$) entre al menos dos niveles de la variable dosis procediéndose a realizar las pruebas post hoc de HSD Tukey, cuyos resultados se muestran en la tabla 15 de conjunto de elementos similares se puede ver la alineación de tres grupos diferentes por nivel de la variable mencionada; siendo el subconjunto 3 el que demuestra una óptima reducción promedio de coliformes termotolerantes con resultado valor de 14.19%.

Obteniendo esas cantidades se sugiere que utilizando una dosis de 6 mL de *Trichoderma sp.* en condiciones de laboratorio dará óptimos efectos en el tratamiento de aguas residuales para el parámetro evaluado.

Tabla N° 16. Subconjuntos homogéneos del % reducción *E. coli* (UFC/mL) *variable tiempo de residencia.

HSD Tukeya,b				
Tiempo(días)	N	Subconjunto		
		1	2	3
10	9	2,23		
20	9		8,58	
30	9			12,73
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente: IBM SPSS Statistics 22

De igual manera, a fin de evaluar estadísticamente el efecto de la variable tiempo de residencia de *Trichoderma sp.* sobre el porcentaje de reducción de *E. coli*, se realizó la prueba de ANOVA, encontrándose diferencia significativa ($P < 0.05$) entre al menos dos niveles de la variable tiempo procediéndose a realizar las pruebas post hoc de HSD Tukey, cuyos resultados se muestran en la tabla 16 se observa los tres conjuntos diferentes para cada nivel de la variable tiempo de residencia de *Trichoderma sp.*; siendo el subconjunto 3 el que presenta el mayor % de reducción de *E. coli*, con un valor de 12.73%. Estos resultados sugieren que pasados los 30 días en condiciones de laboratorio se consiga buenas expectativas en el procedimiento de aguas residuales en dicho parámetro.

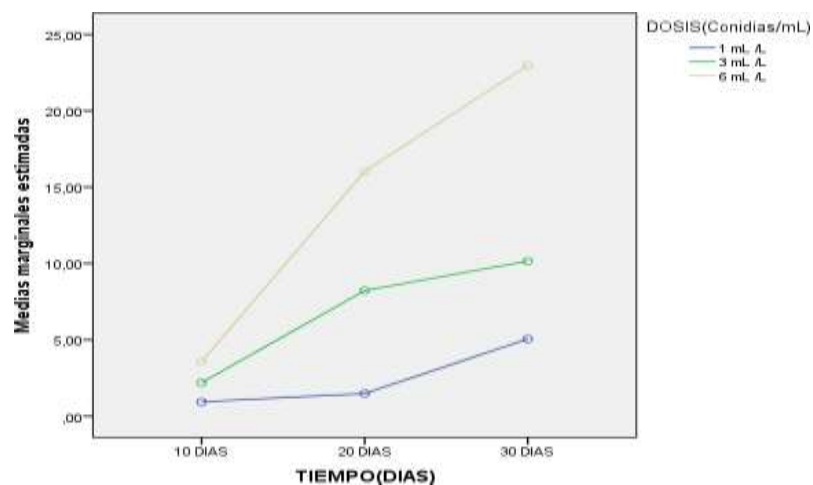


Figura N° 14. Perfiles del % de reducción de *E. coli* *tiempo *dosis
Fuente: IBM SPSS Statistics 22

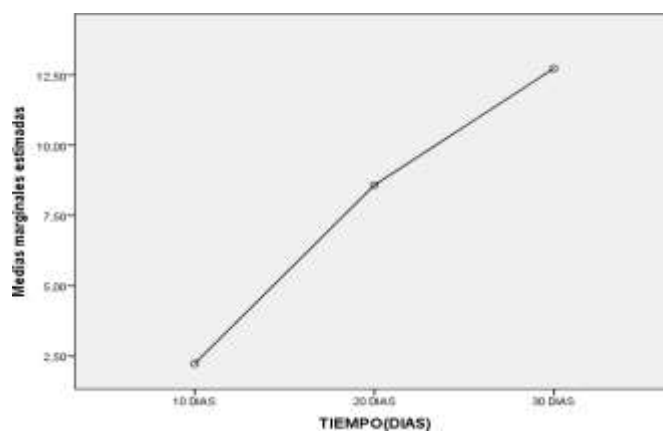


Figura N° 15. Porcentaje (%) de reducción de *E. coli* vs dosis de *Trichoderma sp.*
Fuente: IBM SPSS Statistics 22

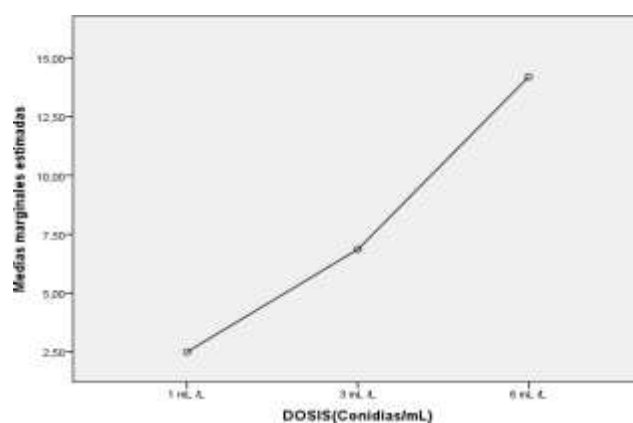


Figura N° 16. Porcentaje (%) de reducción de *E. coli* vs tiempo de residencia de *Trichoderma sp.*
Fuente: IBM SPSS Statistics 22

Tabla N° 17. Comparación de los resultados obtenidos de los parámetros DQO, coliformes y *E. coli* de las aguas residuales de la PTAR Jequetepeque con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. – ECA para aguas y Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.

Tiempo (30 días)	Dosis			MINAM	
	D1 1mL x 10 ⁶ conidias/mL	D2 3mL x 10 ⁶ conidias/mL	D3 6mL x 10 ⁶ conidias/mL	LMP	ECA 2017 para aguas categoría 3(riego vegetal y bebida animal)
DQO	537,98	530,67	426,00	200,00
Coliformes Totales	3,02E+06	6,04E+06	1,61E+06
Coliformes termotolerantes	4,02E+05	2,52E+05	1,81E+05	1,00E+04	2,00E+03
<i>E. Coli</i>	4,02E+05	2,01E+05	3,52E+04	1,00E+03

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 16 se comparó los resultados obtenidos con la normativa ambiental vigente; encontrándose que a pesar de ser significativos los tratamientos en la reducción de los parámetros evaluados; al ser comparados estos; siguen siendo elevados y no aptos para las categorías en mención.

Tabla N° 18. Resumen de resultados experimentales promedio del efecto de la dosis y tiempo de residencia de *Trichoderma sp.* en la reducción porcentual de DQO, coliformes y *E. Coli*

Tiempo (30 días)	Reducción de <i>Trichodermas sp.</i> (10 ⁶ conidias/mL)			
	BLANCO	D1 (1mL)	D2 (3mL)	D3 (6mL)
DQO	608 mg/L	15.63%	17.87%	29.93%
Coliformes Totales	3.2x10 ⁷	5.03%	11.32%	17.30%
Coliformes termotolerantes	8.5x10 ⁵	2.76%	8.92%	11.33%
<i>E. Coli</i>	8.0x10 ⁵	3.56%	16.03%	22.98%

Fuente: Elaboración propia

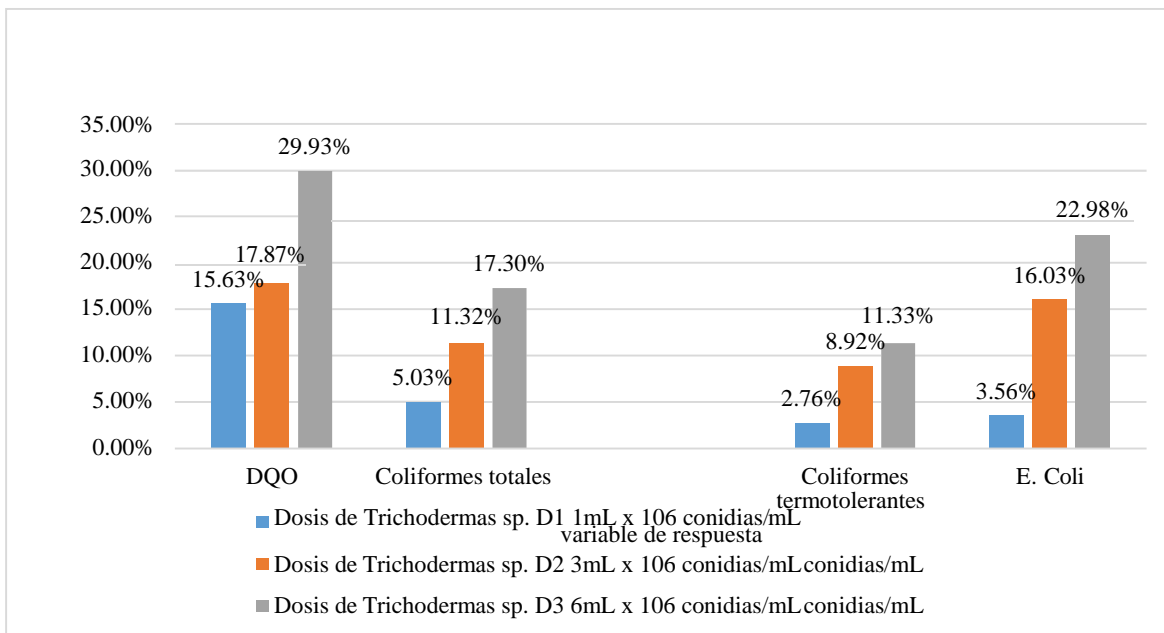


Figura N° 17. Comparación de los porcentajes de reducción de DQO, Coliformes y *E. Coli* aplicando diferentes dosis de *Trichoderma sp.* y tiempo de residencia de 30 días.

Fuente: Elaboración propia

IV. DISCUSIÓN

La dosis y tiempo de residencia de *Trichoderma sp.* manipulados experimentalmente en condiciones de laboratorio tuvieron efecto en la disminución de DQO en 29.93%, coliformes totales 17.30%, coliformes termotolerantes 11.33% y *E. coli* de 22.98% así lo demuestran los resultados estadísticos (ver anexos) con un valor $P < 0.05$ con un nivel de significancia del 5%, con 3 niveles para la variable dosis y 3 evaluaciones periódicas para la variable tiempo, Sin embargo, los valores de reducción obtenidos fueron bajos a los reportados por Beltrán y Campos (2016) que al aplicar microorganismos en la Planta de Tratamiento de Jauja” logrando la disminución de la DBO, DQO, sólidos totales y olor; tomando en cuenta el (%) de remoción obteniendo 97,60% de aceites y grasas, 99,55% de coliformes termotolerantes (Beltran y Campos, 2016);

La caracterización de las aguas residuales de PTAR Jequetepeque en el tiempo cero (tabla 4), tomado como base del cálculo dio los siguientes resultados: DQO 608 mg/L, coliformes totales 3.20×10^7 NMP/100 mL, coliformes termotolerantes 8.50×10^5 NMP/100 mL y *E. coli* 8.00×10^5 NMP/100 mL.

En la tabla 6 y 7 se muestran los resultados estadísticos de la evaluación del efecto de la dosis y tiempo de residencia de *Trichoderma sp.* en la disminución de DQO, 21.14% y 18.05% respectivamente, obteniéndose un valor $P < 0.05$ que se asocia a un efecto tanto de la variable tiempo como en la variable dosis y a su interacción, a un nivel de significancia del 5%, trabajando con 3 niveles para la variable dosis y 3 evaluaciones periódicas para la variable tiempo de residencia, dichos resultados fueron similares a los reportados por Quiñonez(2015) que empleando 4 dosis de *Trichoderma sp.*, resultó estadísticamente significativo en la disminución del DQO de las aguas residuales obteniendo porcentajes de reducción muy parecidos para el DQO durante 30 días.

La tabla 9 y 10 se muestran los resultados estadísticos de la evaluación del efecto de la dosis y tiempo de residencia de *Trichoderma sp.* en la disminución de coliformes totales, siendo 11,21% y 13.54% respectivamente, a un valor $P < 0.05$ que asocia a un efecto tanto de la variable dosis como en la variable tiempo y a su interacción, a un nivel de significancia del 5%, trabajando con 3 niveles tanto para la variable dosis y la variable tiempo.

Las tablas 12 y 13 muestran los resultados estadísticos de la evaluación del efecto de la dosis y tiempo de residencia de *Trichoderma sp.* en la disminución de coliformes termotolerantes, obteniendo los valores de 7,66% y 8.57% respectivamente, a un valor $P < 0.05$ que asocia el efecto tanto de las variables dosis y tiempo, así como su interacción, a un nivel de significancia del 5%, con 3 niveles para la variable dosis y 3 evaluaciones para la variable tiempo.

La tabla 15 y 16 se muestran los resultados estadísticos de la evaluación del efecto de la dosis y tiempo de residencia de *Trichoderma sp.* en la disminución de *E. coli*, obteniendo los valores de 14,19% y 12.73% respectivamente, a un valor $P < 0.05$ que asocia el efecto tanto de las variables dosis y tiempo, así como su interacción, a un nivel de significancia del 5%, con 3 niveles para la variable dosis y 3 evaluaciones para la variable tiempo.

Los resultados obtenidos de los parámetros con el mejor tratamiento a la dosis de 6×10^6 conidias/mL, y un tiempo de residencia de 30 días fueron DQO 420 mg/L, coliformes totales 1.61×10^6 NMP/100 mL y coliformes termotolerantes 1.81×10^5 NMP/100 mL de las aguas residuales de la PTAR Jequetepeque que al ser comparados con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. – ECA para aguas y Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. En la tabla 17 se encontró que a pesar de ser significativos los tratamientos en la reducción de los parámetros evaluados; al ser comparados estos; siguen siendo elevados y no aptos para las categorías en mención.

V. CONCLUSIONES

Sí hubo un efecto de la dosis y tiempo de residencia de *Trichoderma sp.* en la disminución de DQO, coliformes y *E. Coli* de aguas residuales de la PTAR Jequetepeque; resultando dicho efecto significativo para ambas variables, reduciendo la concentración de DQO en 29.93%, coliformes totales 17.30%, coliformes termotolerantes 11.33% y *E. coli* de 22.98%,

Se caracterizó parámetros de DQO, coliformes totales, termotolerantes y *E. coli* de aguas residuales de la PTAR Jequetepeque, siendo estos: DQO 608 mg/L, coliformes totales 3.20×10^7 NMP/100 mL, coliformes termotolerantes 8.50×10^5 NMP/100 mL y *E. coli* 8.00×10^5 NMP/100 mL.

Se determinó la DQO, coliformes totales, termotolerantes de aguas residuales de la PTAR Jequetepeque, después de cada tratamiento, obteniéndose los mejores tratamientos a una dosis de 6 ml y después de 30 días de residencia con 29.93% 17.30% 11.33% 22.98% respectivamente.

Finalmente se comparó los resultados obtenidos de los parámetros DQO, coliformes y *E. coli* de las aguas residuales de la PTAR Jequetepeque con el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. – ECA para aguas y Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. encontrándose que a pesar de ser significativos los tratamientos en la reducción de los parámetros evaluados; al ser comparados estos; siguen siendo elevados y no aptos para las categorías en mención.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con la investigación aumentando la dosis de *Trichoderma* sp, y a un mayor tiempo de residencia en aguas de PTAR y evaluar el resultado sobre los parámetros estudiados DQO, coliformes totales, coliformes termotolerantes y *E. coli*.

Se recomienda emplear microorganismos aislados de las mismas zonas con problemas ambientales; a fin de aprovechar la adaptación de estos a esos ambientes para proyectos de biorremediación.

Se recomienda emplear consorcios para los tratamientos de aguas residuales; ya que la actividad enzimática de estos es más amplia y ofrecería mejores resultados en la biorremediación.

VII. REFERENCIAS

- ADRIANZÉN Flores [et al.]. Gestión de la empresa prestadora de servicios de saneamiento Grau SA en la implementación de la política de saneamiento relacionada al tratamiento y disposición final de las aguas residuales de la ciudad de Piura y Castilla. 2015.
- AHMAD JS, Baker R. Rhizosphere Competence of *Trichoderma harzianum*. *Phytopathol.* 1987;77: 182-189.
- AQUINO, Onofre; FRANCISCO, Edwin. Propuesta técnica de gestión ambiental sostenible para el aprovechamiento de lodos que provienen de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en campamentos mineros del Perú. 2019.
- AGUILAR T, René M. Efecto de los Microorganismos Eficientes. 2012.
- AGUILAR Ibarra, Alonso. Calidad del agua. Un enfoque multidisciplinario. 2010.
- BEJARANO, M. y ESCOBAR, M. Eficiencia del uso de microorganismos para el tratamiento de aguas residuales domésticas en una planta de tratamiento de agua residual. Colombia. 2015.
- BELTRÁN, Beltrán; REILLY, Tony; CAMPOS Riveros. Influencia de microorganismos eficaces sobre la calidad de agua y lodo residual, planta de tratamiento de Jauja. 2016.
- BERRIOS Marcelo, Liz. Contaminación del río niño, afluente del río higueras por descarga de aguas residuales De la ciudad de Margos, distrito de Margos, departamento de Huánuco, periodo Marzo-agosto 2018.
- CARDONA J; GARCÍA L. Evaluación del efecto de los microorganismos eficaces (EM) sobre la calidad de un agua residual doméstica. 2008. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias.
- CABRERA S; y MEDALY M. Evaluación de la Capacidad de Depuración de Microorganismos Eficaces en el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas, Moyobamba–2014. 2014.
- CANTOS J; y MANTERO E. Recursos de agua no convencionales en España: Estado de la cuestión, 2010. *Investigaciones Geográficas (Esp)*, 2010, no 51, p. 131-163.

EVELEIGH. D.E; DEMAINE, A.L; SOLOMON, N. *Trichoderma*. Biology of industrial microorganisms. 1986. Biotech Ser. (Ed). Cap.16: 489-500.

HARAM S, Schickler HL, Chet I. Molecular mechanisms of lictin enzymes involved in the biocontrol activity of *Trichoderma harzianum*. Microbiology. 1996;142:2321-2331.

HEREDIA Muñoz, Carlos. Estudio de las ineficiencias de la gestión de SEDAPAL y propuesta de una tarifa justa como solución: periodo 1996-2004. 2005.

HJELJORD L, Tronsmo A. *Trichoderma* and *Gliocladium* in biological control: an overview. In: *Trichoderma & Gliocladium: Enzymes, biological control and commercial applications*. Harman GE, Kubice CP. (Eds). Volumen 2. p.131-151. Taylor & Francis. 1998.

HUAMANÍ Cahuas, Claudia Fiorella. Determinación del efecto de las aguas servidas sobre el suelo y cultivos en la desembocadura del canal de regadío de las Salinas Bajo-Chancay-Lima. 2018.

HUERTAS, Rosa, et al. Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones. *Duero River Basin*, 2013.

ISLA, Ricardo. *Proyecto de Plantas de Tratamiento de Aguas*. Madrid: Bellisco. 2005.

JAUME A. *Infraestructura Hidráulico - Sanitarias II. Saneamiento y drenaje urbano*. España. Une. 2013.

LIZANA Yarlequé, Pedro Ceferino. Tratamiento de aguas residuales para el caserío Villa Palambla. 2018.

LOOSE, Dirk, [et al.]. Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento. Cooperación Alemana, 2015.

LÓPEZ, Gianni. Propuesta de una Nueva Institucionalidad para la Fiscalización Ambiental de la Industria. Corporacion Expansiva series, En foco, 2006, vol. 96.

LORENZO N. Prospección de hongos antagonistas en la provincia de Cienfuegos. Efectividad y posibilidades de reproducción de las cepas nativas de *Trichoderma* spp. Tesis en opción al título de Master en Protección Vegetal Universidad Agraria de La Habana. 2001.

MARTÍNEZ B, FERNÁNDEZ L. y SOLANO T. Antagonismo de cepas de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos de la caña de azúcar, tomate y tabaco. *Cultivos Tropicales*. 1994;15(3):54.

MARTÍNEZ, Saúl y AYBAR ,Carlos A. Evaluación de la capacidad de remoción de bacterias coliformes fecales y demanda bioquímica de oxígeno de la planta de tratamiento de aguas residuales" La Totorá", Ayacucho, Perú. *Ecología Aplicada*, 2008, vol. 7, no 1-2, p. 165-171.

MEDINA, Pino; Felipe, Omar. Manejo de residuos sólidos comerciales en el mercado La Frontera-distrito Túpac Amaru Inca. 2014.

MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM), Ley General. Ley 28611. *Diario Oficial El Peruano*, 2005, vol. 13.

MORGAN Sagastume, Juan Manuel, et al. Malos olores en plantas de tratamiento de aguas residuales: su control a través de procesos biotecnológicos. En *Congreso Nacional de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales*, 12. FEMISCA, 2000. p. 1-12 [t. III].

MINISTERIO DEL AMBIENTE. Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos. Perú. 2017.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – Perú (OEFA). Fiscalización ambiental en aguas residuales. 2014.

OEFA. *Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales - Perú. 2014. Biblioteca Nacional N°05991.42P*.

ORTEGA, Enrique, et al. La depuración de las aguas residuales en pequeñas poblaciones españolas. *España. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)*, 2008.

PÉREZ N. Manejo Ecológico de plagas. CEDAR: La Habana. Cuba. 2004. 296 pp

QUINÓNEZ León, Jonatán Fabián. Aplicación de *Trichoderma* spp en la purificación de aguas residuales, utilizando biorreactores de biopelícula, en la Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la salud de la Universidad Técnica de Machala, 2014. 2015. Tesis de Licenciatura. Machala: Universidad Técnica de Machala.

ROMERO L y VARGAS M. *Uso de microorganismos eficientes para tratar aguas contaminadas*. Habana.Scielo. 2017.

SORIANO A y PANCORBO J. *Suministro, Distribución y Evacuación interior de Agua Sanitaria*. México. Marcombo. 2014.506p.

STEFANOVA M, LARRIGANAGA L, CORONADO MF. Actividad metabólica de cepas de *Trichoderma* spp. para el control de hongos fitopatógenos del suelo. *Revista Facultad de Agronomía*. 1999;16:509-516.

TOLEDO ;J y TOLEDO; F. Propuesta de la aplicación de la metodología beneficio costo (B/C) para la evaluación económica de proyectos de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR): Caso PTAR del Cusco. 2010.

VÁSQUEZ, M; GUERRERO, J y QUINTERO, A . Biorremediación de lodos contaminados con aceites lubricantes usados. *Revista colombiana de Biotecnología*, 2010, vol. 12, no 1.

ZAMBRANO C, y MAURICIO R. Impacto ambiental a las aguas costeras de la playa de Tarqui por el vertido de efluentes industriales. 2014.

LORENZO N. Prospección de hongos antagonistas en la provincia de Cienfuegos. Efectividad y posibilidades de reproducción de las cepas nativas de *Trichoderma* spp. Tesis en opción al título de Master en Protección Vegetal Universidad Agraria de La Habana. 2001.

ANEXOS

1. Procedimiento



Figura N° 18: Obtención de la cepa de *Trichoderma* sp.

Fuente: Elaboración propia

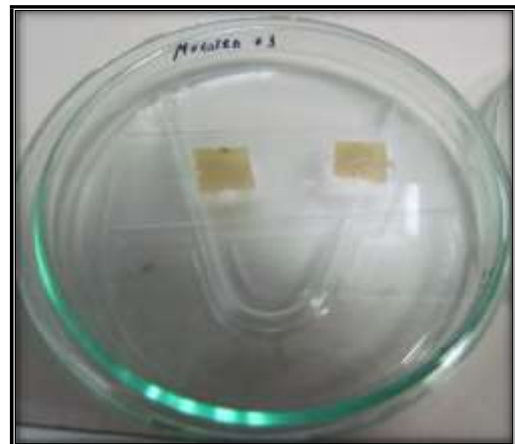
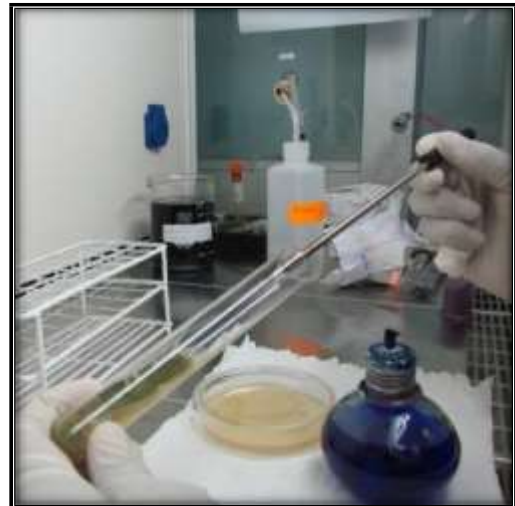


Figura N° 19, 20 , 21 y 22 Replique de *Trichoderma* para Identificación

Fuente: Elaboración propia

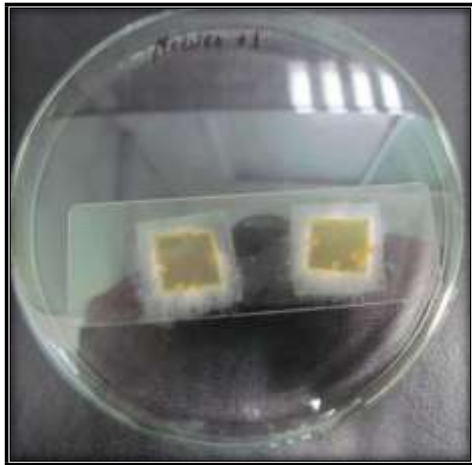


Figura 23. Cultivo para inoculación

Fuente: Elaboración propia



Figura 24. Micro cultivo para Identificación

Fuente: Elaboración propia

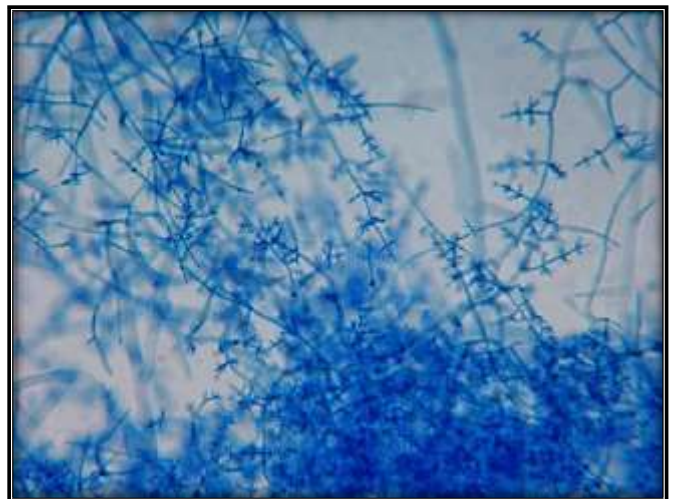


Figura N° 25 y 26. Hifas y esporas características al género *Trichoderma* sp

Fuente: Elaboración propia



Figuras N° 27, 28, 29 y 30 Muestras de agua Fuente: Elaboración propia





Figura 31,32 y 33. Procesamiento de muestras para Determinar de Coliformes totales fecales y *E. coli* en tiempo inicial (0 días)
Fuente: Elaboración propia



Figuras N° 34 y 35 Realizan Diluciones y la Técnica usada es Recuento en Placa (UFC/mL)
Fuente: Elaboración propia

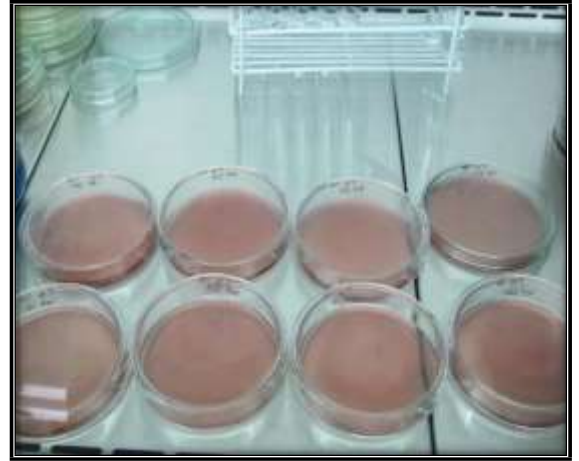
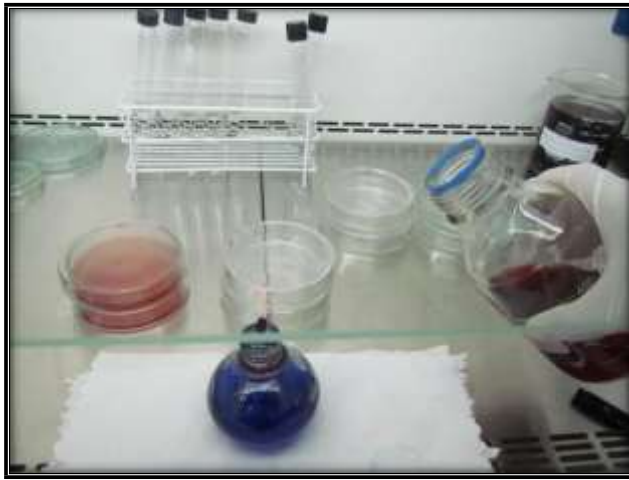


Figura N° 36 y 37. Dilucion en cada placa, para luego adicionar el medio de cultivo VRBA
 Fuente: Elaboración propia



Figura N° 38 Y 39. Incubara las placas a 35°C - 36°C, paradeterminar coliformes totales
 Fuente: Elaboración propia



Figura N° 40. Incubacion las placas a 44.5°C, para determinar coliformes termotolerantes y *E. coli*
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 41. Planta de Tratamiento de Agua Residual de Jequetepeque
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 42. Uso correcto de Equipos de Protección Personal (EPP)

Fuente: Elaboración propia



Figuras N° 43 Y 44. Georreferenciación en puntos geográficos (Toma de muestra)

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 45. Extracción de muestras en PTAR

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 46 y 47. Ingreso de muestra al Laboratorio

Fuente: Elaboración propia

Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, José Alfredo Guzmán Monzón
 docente de la Facultad de Ingeniería
 Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César
 Vallejo Sede Trujillo (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada:

" Efecto del tiempo de residencia y dosis de Trichoderma sp. en la
DISO, Coliformes y E. coli en agua de PTAR Jesuetepecue "

del (de la) estudiante Lady Catherine Valera Hurtado
 constato que la investigación tiene un índice de
 similitud de 17 ..% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrita (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las
 coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis
 cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la
 Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha Trujillo, 02 de Marzo del 2020



Firma
JOSÉ ALFREDO GUZMÁN MONZÓN
 Nombres y apellidos del (de la) docente
 DNI: 18887838

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Acta de Aprobación de Originalidad de Tesis

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	--	---

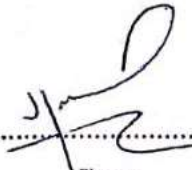
Yo, Misael Ydilbrando Villacorta González
 docente de la Facultad Ingeniería
 Escuela Profesional Ingeniería Ambiental de la Universidad César
 Vallejo Sede Trujillo (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada:

"Efecto del tiempo de residencia y dosis de Trichoderma sp.
en la DQO, coliformes y E. Coli en aguas del PTAR
Jequetepecu"

del (de la) estudiante Kricia HARNITH GARCIA SANCHEZ
 constato que la investigación tiene un índice de
 similitud de 17.7% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las
 coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis
 cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la
 Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha Trujillo, 02 de Marzo del 2020


 Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente

DNI: 180040181

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Pantallazo del Software Turnitin

es:turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&ip=126.7921480&no=1038u=1006033486&cs=1

feedback studio

"Efecto del tiempo de residencia y dosis de *Trichoderma sp.* en la DQO, Coliformes y *E. Coli* en aguas del PTAR Jequetepeque".

516 de 516

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"Efecto del tiempo de residencia y dosis de *Trichoderma sp.* en la DQO, Coliformes y *E. Coli* en aguas del PTAR Jequetepeque".

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniería Ambiental

AUTORES:

García Sánchez, Kriem Marnith (ORCID: 0000-0002-7092-7069)

Valera Hurtado, Lady Estefany (ORCID: 0000-0003-4458-6739)

ASESOR:

Mosael Yalibrendo Villacorta González (ORCID: 0000-0002-9147-1451)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

Trujillo-Perú

2019

Página: 1 de 38. Número de palabras: 9124

Text only Report High Resolution **Autocheck**

15:45 2/15/2020

Resumen de coincidencias

17 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias:

Número	Fuente de coincidencias	Porcentaje
1	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	5 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
3	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	1 %
4	Juliana Zuluaga, Jose ... Publicación	1 %
5	aqueecolutions.com Fuente de Internet	1 %
6	google.mdolyc.org Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.unop.edu.pe Fuente de Internet	1 %
8	repositorio.espm.edu... Fuente de Internet	<1 %
9	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	<1 %
10	Entregado a Universidad... Trabajo del estudiante	<1 %
11	edoc.pub Fuente de Internet	<1 %

Formulario de Autorización para la Publicación Electrónica de las Tesis



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Valera, Ricardo José Pizarro
D.N.I. : 7318700
Domicilio : 5 casa San Andrés mesa 25
Teléfono : Fijo : Móvil : 936318295
E-mail : ricky_valera@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

☐ Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Ambiental
Carrera : Ingeniería Ambiental
Título : Ingeniería Ambiental

☐ Tesis de Post Grado

☐ Maestría

☐ Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Valera, Ricardo José Pizarro
Ricardo Sanchez Kuroki Watanabe

Título de la tesis:

El efecto del tiempo en la resistencia y durabilidad de las juntas de
separación de los bloques de concreto del Plan Quilicura

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento, autorizo a la Biblioteca UCV-Lima Norte,
a publicar en texto completo mi tesis.

Firma :

Valera, Ricardo

Fecha :

16-12-19

Formulario de Autorización para la Publicación Electrónica de las Tesis



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

.....García Sánchez Kefcio Harnith.....
D.N.I. :70776013.....
Domicilio :Calle San Pablo 253 - Tequepeque.....
Teléfono : Fijo : Móvil : 913042865.....
E-mail :garciakefcio18@hotmail.com.....

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

☐ Tesis de Pregrado

Facultad :Ingeniería.....
Escuela :Ingeniería Ambiental.....
Carrera :Ingeniería Ambiental.....
Título :Ingeniería Ambiental.....

☐ Tesis de Post Grado

☐ Maestría

☐ Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

.....Valera Huatado Lody Estefany.....
.....García Sánchez Kefcio Harnith.....
.....

Título de la tesis:

.....Efecto del tiempo de residencia y dosis de Trichoderma.....
.....sp en DAO, Coliformes y E. Coli en aguas del PIAZ Tequepeque.....

Año de publicación :2019.....

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento, autorizo a la Biblioteca UCV-Lima Norte,
a publicar en texto completo mi tesis.

Firma :[Firma].....

Fecha :16/12/19.....

Autorización de la versión final del Trabajo de Investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

Facultad de Ingeniería - Escuela de Ingeniería Ambiental

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Lady Estefany Valencia Huarcaya
Krista Harroth Coria Sánchez

INFORME TITULADO:

"Efecto del tiempo de residencia y dosis en Tratamiento SF en DDO
Coliformes y E. Coli en aguas del PTAR Tiquipalpa"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Título de Ingeniería Ambiental

SUSTENTADO EN FECHA: 16-12-19

NOTA O MENCIÓN: 76 unificada



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN